

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي
- سكيكدة -

قسم التكنولوجيا

التخصص: هندسة ميكانيكية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

انجاز برنامج باستعمال CAMConcept ومحاكاة عملية
التصنيع قصد توقع الأخطاء قبل عملية الإنتاج

من اعداد:

- رجال خولة
- كلوشي مريم

لجنة المناقشة:

د.بوهالي ريمة	أستاذ محاضر 'أ' رئيسا	م. ع. أ. ت. ت. سكيكدة
د.مريمش ايمان	أستاذ محاضر 'ب' ممتحنا	م. ع. أ. ت. ت. سكيكدة
د.لعداسي نوري	أستاذ محاضر 'أ' مشرفا	م. ع. أ. ت. ت. سكيكدة
د.بوشلاغم هجيرة	أستاذ محاضر 'ب' ممتحنا	جامعة 8 ماي 1945 قالمة

السنة الجامعية 2025/2024

شكر و عرفان

الحمد لله أهل المحامد، الحمد لله الذي وفقنا للوصول إلى ما نحن عليه، الحمد لله على تيسيره وفضله، وعلى
نعمة السعي والإنجاز.

بداية، نحمد الله القدير الذي وفقنا لإتمام هذا العمل بمثّه وكرمه، فهو سبحانه الذي أنار لنا الطريق، وثبت خطانا،
وأعاننا على تجاوز كل العقبات حتى نصل إلى هذه اللحظة التي نعتر بها ونحمده عليها.

ونصلي ونسلم على خاتم الأنبياء والمرسلين صاحب الخلق العظيم الذي أدى الأمانة وبلغ الرسالة

ونحن على ذلك من الشاهدين اما بعد:

بداية نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لأستاذنا القدير " لعداسي نوري "، الذي لم يبخل علينا بعلمه وتوجيهاته، فكان
نعم الداعم ونبراساً أنار لنا طريق البحث، فله منا كل التقدير والاحترام.

كما نتقدم بالشكر لأعضاء لجنة المناقشة، جهودهم، وملاحظاتهم القيمة التي أضافت لعملنا بعداً أعمق، وشكّلت
لنا دافعاً للمضي قدماً.

الى كل اساتذتي في المدرسة العليا للأساتذة لكم منا جزيل الشكر وخاصة رئيس قسم التكنولوجيا الذي لم يبخل
علينا كلما احتجنا له الأستاذ "رحموني صالح".

الى كل من مد لنا يد العون من قريب او بعيد ولم تتح لنا الفرصة لذكرهم.

قال الله تعالى: "لان شكرتم لأزيدنكم " صدق الله العظيم .

الاهداء

الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا، الحمد لله الذي بفضلته انا هنا اليوم انظر لحلم طال انتظاره
وقد أصبح واقعا افتخر به.

الى من كلله الله بالهيبه والوقار، الى من كان سندي وسبب قوتي، الى من علمني ان الكرامة لا تشتري بثمن،
الى الذي رحل عن الدنيا وبقي في قلبي الى "ابي الغالي" اهدي لك تخرجي هذا ثمرة تعبك ووفاء لروحك
الطاهرة، لقد فعلتها يا حبيب قلبي الأول والأخير فلتتم قرير العين (نجاحي ينقصه فخرك بي).

الى من جعل الجنة تحت اقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها، الى الانسانة العظيمة التي لطالما تمننت ان تقر
عينها لرؤيتي في يوم كهذا، الى "امي العزيزة" (ادامك الله ملاذا لقلبي احبك امي).

الى وحيدة قلبي الى "اختي ريم وفلذتيها ميرال ومقيم الدين" الى من كانت الايمان الذي تمسكت به حين
ضعفت، والصوت الذي يردد دائما "انا مؤمنة بك"، شكرا من القلب يا أقرب القلوب (احبك وحيدة قلبي).

الى من كانوا لي العون والسند، الى من امنوا بي حتى في لحظات شكي، الى من شددت عضدي بهم فكانوا لي
ينابيع ارتوي منها الى اخواني "صلاح الدين" و "كريم" (ادامكم الله لي سندا لا يميل).

الى صديقة الروح والقلب، الى امان سنواتي الخمس الى التي كلما بكيت مسحت دموعي الى التي اشعر بالأمان
والصحة الطيبة كلما نظرت الى وجهها الى حبيبة قلبي "الفار شهيناز" (احبك بحجم السماء).

الى صديقاتي "ابتسام ولمياء" شكرا لكل لحظة مشاركة ودعم ترك في نفسي اثرا وخفف عني ثقل الأيام.

الى نفسي التي صبرت، قاومت، واصرت، ومضت بثبات رغم الألم فكان الصبر زادها والقوة عنوانها، فهنئنا لي
هذا التنوير.

فمن قال انا لها نالها وانا وان ابت رغما عنها اتيت بها.

الى كل من وسعه قلبي ولم تسعه ورقتي لكم جميعا اهدي هذا التخرج.
"واخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين" وصلي اللهم وسلم على أشرف المرسلين.

"رحال خولة".

الاهداء

بسم الله الرحمن الرحيم الحمد لله الذي ما نجحنا وما علونا ولا تفوقنا الا برضاه الحمد لله الذي ما اجتزنا
دربا ولا تخطينا جهدا الا بفضلته واليه ينسب الفضل.

بعد مسيرة دراسية دامت سنوات حملت في طياتها الكثير من الصعوبات والتعب ها انا اليوم أقف على
عتبة تخرجي اقطف ثمار تعبتي وارفع قبعتي بكل فخر وامتنان.

اهدي هذا النجاح لنفسك الطموحة التي امننت بالحلم وسعت اليه بخطى ثابتة فكان الطموح بدايتها وكان
النجاح نهايتها. ثم الى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي دمتم لي سنداً لا عمراً له

الى من كلل العرق جبينه ومن علمني ان النجاح لا يأتي الا بالصبر والإصرار الى النور الذي انار دربي
والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي ابدا من بذل الغالي والنفيس واستدميت منه قوتي واعتزازي بذاتي

" ابي "

الى من جعل الجنة تحت اقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها الى الانسانة العظيمة التي لطالما تمننت ان تقرأ
عينها في يوم كهذا وها قد أتى اليوم ليُزهر قلبها فرحاً

" امي "

الى ضلعي الثابت وامان ايامي الى من شددت عضدي بهم فكانوا يبايع ارتوي منها الى خيرة ايامي
وصفوتها اخوتي واخواتي " خالد، بسمة، ايمان، بلقاسم "

وإلى قرة عيني، بسمة الأمل في أيامي، ونور المستقبل الجميل إلى من يملؤون قلبي حباً ودفناً ببراءتهم
وجودكم نعمة ومحبتكم راسخة في اعماقي، لكم مني دعاء لا ينقطع و حب لا ينقص
أبناء اختي " يوسف وإلين "

الى من افاضني بمشاعره ونصائحه المخلصة.

" اليكم عائلتي "

الى كل من كان عوناً وسنداً في هذا الطريق والى كل من اتسع لهم قلبي ولم تسعني الكلمات او الفرص
لذكرهم شكري وامتناني محفوظ في القلب وان غاب عن السطور.

اهديكم هذا الإنجاز وثمره نجاحي الذي لطالما تتميته ها انا اليوم أكملت اول ثمراته بفضلته سبحانه وتعالى
فالحمد لله على ما وهبني وان يجعلني مباركا وان يعنني أينما كنت فمن قال انا لها نالها

وانا لها وان ابنت رغما عنها اتيت بها.

فالحمد لله شكرا وحباً وامتناناً على البدء والختام

" واخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين "

" كلوشى مريم "

الملخص:

في ظل التطورات الصناعية المتسارعة، أصبحت الآلات التقليدية غير قادرة على تلبية متطلبات الإنتاج الحديثة، حيث تتسبب في ضياع الوقت، ارتفاع التكاليف، وبذل جهد كبير من قبل العامل البشري. هذا النقص دفع الى الاهتمام بتطوير الآلات التقليدية الى الات مؤتمتة، والتي تعتمد على تقنية التحكم العددي CNC كأحد أعمدة التصنيع الحديثة. تلعب هذه التقنية دورا أساسيا في تحسين الإنتاجية، رفع جودة التصنيع وتلبية متطلبات السوق من حيث السرعة، الدقة والتكلفة، مما جعلها تحظى بمكانة محورية في القطاعات الصناعية المتقدمة.

من بين الآلات التي تعتمد على هذه التقنية، نجد آلة الخراطة EMCO turn55، وهي آلة متطورة تستخدم لتشغيل القطع معقدة الشكل، وتتميز بقدرتها على البرمجة وفق عدة أساليب أهمها: البرمجة الهندسية برسم جانبية القطعة، البرمجة اليدوية باستخدام رموز G/M code، او من خلال الحوار المباشر مع الآلة عبر واجهة تفاعلية على سبيل المثال استعمال برمجية EasyCycle.

في إطار عملنا التطبيقي، قمنا بإنجاز برنامج تصنيع قطعة عبارة عن سدادة مجوفة باستخدام برمجية CAMConcept وذلك باتباع طريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى اعتمدت على نظام التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب (CFAO)، حيث قمنا برسم جانبية القطعة، حساب شروط القطع، اختيار الأدوات، تحديد الدورات ثم القيام بمحاكاة ثنائية وثلاثية الابعاد للكشف عن الأخطاء المحتملة قبل تصدير البرنامج للآلة، اما الطريقة الثانية كانت عبر تحرير يدوي مباشر للبرنامج باستخدام رموز G/M code من خلال نافذة التحرير المباشر المتاحة في البرمجية. بعد مقارنة الطريقتين، توصلنا الى ان البرمجة الهندسية عبر رسم جانبية القطعة كانت أكثر فعالية، حيث تطلبت زمنا أقصر وجهدا اقل، واكتفت بتحديد الاحداثيات والأدوات والعناصر الهندسية والتكنولوجية اللازمة للتشغيل دون الحاجة الى كتابة اكواد البرمجة مما يعكس قوة التكامل بين التصميم والتصنيع في بيئة رقمية مؤتمتة باستعمال برمجية ك CAMConcept .

الكلمات المفتاحية:

التحكم العددي، البرمجة (G/M code)، المحاكاة، CAMConcept، EMCO turn55.

Résumé

Résumé :

Face aux évolutions industrielles rapides, les machines traditionnelles ne sont plus capables de répondre aux exigences de la production moderne, entraînant une perte de temps, une augmentation des coûts et un effort considérable de la part de l'homme. Cette insuffisance a conduit à s'intéresser au développement de machines automatisées, qui reposent sur la technologie de commande numérique CNC comme l'un des piliers de l'automatisation industrielle moderne. Cette technologie joue un rôle fondamental dans l'amélioration de la productivité, l'augmentation de la qualité de fabrication et la satisfaction des exigences du marché en termes de rapidité, précision et coût, ce qui lui confère une place centrale dans les secteurs industriels avancés.

Parmi les machines qui utilisent cette technologie, on trouve le tour EMCO turn55, une machine avancée utilisée pour usiner des pièces de forme complexe. Elle se distingue par sa capacité à être programmée selon plusieurs méthodes, les principales étant : la programmation graphique par dessin de la pièce, la programmation manuelle à l'aide des codes G/M, ou encore par interaction directe avec la machine via une interface interactive, comme l'utilisation du logiciel Easy Cycle.

Dans le cadre de notre travail pratique, nous avons simulé la fabrication d'une pièce consistant en un bouchon creux en utilisant le logiciel CAM Concept, en suivant deux méthodes différentes : La première méthode reposait sur le système de conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO), où nous avons dessiné la pièce puis effectué une simulation 2D et 3D pour détecter d'éventuelles erreurs avant l'exportation vers la machine, la deuxième méthode consistait en une édition manuelle directe en utilisant les codes G/M via la fenêtre d'édition directe du logiciel.

Après comparaison des résultats, nous avons conclu que la programmation graphique via le dessin de la pièce était plus efficace, nécessitant moins de temps et d'efforts. Cette méthode se contentait de définir les coordonnées, les outils ainsi que les éléments géométriques et technologiques nécessaires à l'usinage, sans avoir à écrire les codes de programmation, ce qui reflète la puissance de l'intégration entre conception et fabrication dans un environnement numérique automatisé.

Mots-clés :

Commande Numérique, Programmation (Code G/M), Simulation, CAM Concept, CAO/FAO, EMCO turn5.

Abstract

Abstract:

Amidst the rapid pace of industrial development, traditional machines have become incapable of meeting the demands of modern production. These machines often result in wasted time, increased costs, and significant physical effort from human operators. This shortfall has driven a shift toward the development of automated machinery, with Computer Numerical Control (CNC) emerging as a foundational pillar of modern manufacturing. CNC technology plays a crucial role in enhancing productivity, improving manufacturing quality, and meeting market requirements in terms of speed, precision, and cost-efficiency. As a result, it holds a central position in advanced industrial sectors.

Among the machines that utilize this technology is the EMCO Turn55 lathe—an advanced tool designed for machining complex-shaped parts. It is notable for its ability to be programmed in various ways, including geometric programming by sketching the part profile, manual programming using G/M codes, and direct interaction through a conversational interface, such as the EasyCycle software.

In the practical component of our project, we developed a machining program to manufacture a hollow plug using the CAMConcept software, following two different approaches. The first approach relied on the CAD/CAM (Computer-Aided Design and Manufacturing) system. We sketched the part's profile, calculated cutting conditions, selected tools, defined machining cycles, and performed 2D and 3D simulations to detect potential errors before exporting the program to the machine. The second approach involved manually writing the G/M code through the software's direct editing window.

After comparing both methods, we found that geometric programming through profile sketching was significantly more efficient. It required less time and effort, as it only involved defining coordinates, tools, and the necessary geometric and technological elements for machining—without the need to write programming codes. This highlights the strong integration between design and manufacturing in a digital, automated environment using software like CAMConcept..

Key words:

Numerical Control,(G/M Code) Programming, Simulation, CAMConcept, CAO/FAO, EMCO turn55.

الفهرس:

.....	شكر و عرفان
.....	الاهداء
IV.....	ملخص
V.....	ملخص بالفرنسية
VI.....	ملخص بالإنجليزية
VII	الفهرس
XI	فهرس الاشكال
XVI	فهرس الجداول
XVIII	قائمة الاختصارات
1.....	الإشكالية
2.....	المقدمة العامة

الفصل الأول: عموميات حول التحكم العددي.

3.....	I. 1. مقدمة
3.....	I. 2. نبذة عن تاريخ التحكم العددي
5.....	I. 3. مفهوم التحكم العددي
5.....	I. 4. أنواع نظم التحكم العددي والمقارنة بينها
5.....	I. 4. 1 التحكم الرقمي (NC)
6.....	I. 4. 2 التحكم الرقمي بالكمبيوتر (CNC)
6.....	I. 4. 3 التحكم الرقمي بال مباشر (DNC)
7.....	I. 5. بنية الات القطع ذات التحكم العددي
8.....	I. 5. 1 الجزء العملي
10.....	I. 5. 2 جزء التحكم

12.....	6.I تصنيف الات القطع ذات التحكم العددي.....
17.....	7.I المقارنة بين ماكينات التحكم العددي والماكينات التقليدية.....
18.....	8.I إيجابيات ماكينات CNC.....
19.....	9 .I عيوب ماكينات CNC.....
19.....	10.I الخاتمة.....

الفصل الثاني: برمجية CAM Concept

20.....	1.II مقدمة.....
20.....	2. II تعريف برمجية.....
20.....	3. II واجهة برمجية.....
21.....	4.II واجهة برمجية.....
22.....	5.II مختلف أوامر التصميم CAO.....
25.....	6. II مختلف أوامر التصنيع FAO.....
32.....	7. II أوامر التحكم العددي CN.....
34.....	8. II أوامر تحضير العمل PT.....
34.....	9. II الخاتمة.....

الفصل الثالث: آلة الخراطة Emco concept turn55 والبرمجة عليها.

35.....	1.III مقدمة.....
35.....	الجزء الاول: التعرف على آلة الخراطة EMCO concept turn55.....
35.....	2.III وصف آلة الخراطة EMCO concept turn55.....

35.....	3.III مكونات الالة.
36.....	4.III المواصفات التقنية للآلة.
38.....	5.III دراسة بعض اجزاء الة الخراطة Emco Concept turn55
38.....	1.5.III حامل أدوات(اقلام) الخراطة.
39.....	2.5.III حامل القطعة (ظرف ثلاثي الفكوك).
40.....	3.5.III لوحة المفاتيح.
41.....	6. III العمليات المنجزة على الة الخراطة.
41.....	6.1.III العمليات الخارجية.
42.....	2.6.III العمليات الداخلية.
42.....	7. III الأدوات واللقم المستعملة في الة الخراطة Emco Concept Turn 55
43.....	8.III محاور الالة.
44.....	9. III النقاط المرجعية للآلة.
45.....	10.III تحويل مراجع الالة.
45.....	الجزء الثاني: البرمجة على الة الخراطة EMCO concept turn55
45.....	11. III تعريف البرمجة.
46.....	12. III طرق البرمجة.
46.....	1.12.III التحرير المباشر للبرنامج التشغيلي (G/M Code)
51.....	2.12.III التحرير الغير مباشر للبرنامج التشغيلي.
52.....	13.III الخاتمة.

الفصل الرابع: الجزء التطبيقي انجاز برنامج ومحاكاة تصنيع سداة مجوفة

53.....	1.1.V مقدمة
53.....	2. IV تقديم المنتج
53.....	3.IV دفتر الشروط
55.....	4.IV التسلسل المنطقي للصنع
55.....	5.IV مراحل تصنيع القطعة
55.....	6.IV طرق انجاز برنامج التصنيع
55.....	6.IV.1 الطريقة الأولى : البرمجية عن طريق تحديد المسار باستعمال CAM Concept
56.....	6.IV.1.1.1 مرحلة التصميم CAO
58.....	6.IV.1.1.2 مرحلة التصنيع FAO
72.....	6.IV.1.1.3 محاكاة عملية التصنيع
73.....	6.IV.1.1.4 اصدار البرنامج
73.....	6.IV.2 الطريقة الثانية: البرمجية عن طريق التحرير المباشر للبرنامج
75.....	7.IV الخاتمة
77.....	الخاتمة العامة
78.....	المراجع
80.....	الملحق

الفصل الأول : عموميات حول التحكم العددي .

- الشكل I.1: اول الة تصنيع ذات تحكم عددي MOCN.....3
- الشكل I.2: العناصر المكونة لنظام NC.....5
- الشكل I.3:العناصر المؤلفة لنظام CNC.....6
- الشكل I.4: العناصر المؤلفة لنظام DNC.....7
- الشكل I.5: رسم تخطيطي يوضح بنية MOCN.....8
- الشكل I.6: عناصر الجزء العملي.....9
- الشكل I.7: الوظيفة الاساسية للتحكم الرقمي.....11
- الشكل I.8:التشغيل في الحلقة المفتوحة.....13
- الشكل I.9:التشغيل في الحلقة المغلقة.....14
- الشكل I.10:التشغيل من نقطة الى نقطة.....16
- الشكل I.11:عملية التفريز بواسطة التشغيل في مسار خطي16
- الشكل I.12: عملية الخراطة بواسطة التشغيل في مسار مستمر17

الفصل الثاني: برمجية CAM Concept

- الشكل II 1: كيفية الولوج الى CAMConcept.....21
- الشكل II.2: واجهة CAMconcept.....21
- الشكل II 3:الشاشة الافتتاحية لبرمجية CAMconcept turn 5521

- الشكل II 4. : مختلف اوامر CAO.....22
- الشكل II 5: الشاشة الافتتاحية لنظام FAO.....26
- الشكل II 6: نافذة ضبط الالة.....26
- الشكل II 7: نافذة ادراج أدوات القطع.....27
- الشكل II 8: نافذة 3D-ToolGenerator.....27
- الشكل II 9: نافذة ضبط شكل وابعاد الخامة.....28
- الشكل II 10: شجرة خاصة بالدورات والمسارات.....29
- الشكل II 11: الشاشة الافتتاحية للمحاكاة.....30
- الشكل II 12: نافذة تعديل 3D.....31
- الشكل II 13: نافذة الاعدادات.....32
- الشكل II 14: الشاشة الافتتاحية CN.....33

الفصل الثالث: التعرف على آلة الخراطة Emco concept turn55 والبرمجة عليها.

- الشكل III 1: آلة الخراطة Emco concept turn55.....35
- الشكل III 2: مكونات الة الخراطة Emco concept turn55.....36
- الشكل III 3: نمط تركيب الأدوات.....38
- الشكل III 4: كيفية تركيب الأدوات الداخلية والخارجية.....39
- الشكل III 5: كيفية تغير الطرف.....39
- الشكل III 6: لوحة مفاتيح الحاسب.....40
- الشكل III 7: محاور الة الخراطة.....43

- الشكل III 8: مراجع الالة..... 44.....
- الشكل III 9 : تحويل مرجع الالة..... 45.....
- الشكل III 10: مثال للبرمجة المطلقة G90..... 50.....
- الشكل III 11: مثال للبرمجة النسبية G91..... 51.....

الفصل الرابع: الجزء التطبيقي انجاز برنامج ومحاكاة تصنيع سداة مجوفة.

- الشكل IV 1: تعين نقاط المسار..... 56.....
- الشكل IV 2: نافذة اختيار الالة..... 57.....
- الشكل IV 3: ضبط ابعاد الخام..... 57.....
- الشكل IV 4: رسم جانبية القطة(المسار)..... 58.....
- الشكل IV 5: تناظر جانبية القطة..... 58.....
- الشكل IV 6: نافذة اختيار أدوات القطع..... 59.....
- الشكل IV 7: نافذة تموضع الأداة..... 60.....
- الشكل IV 8: نقطة تموضع الأداة..... 60.....
- الشكل IV 9: نافذة البيانات الهندسية لعملية التسوية..... 61.....
- الشكل IV 10: منحى تحديد سرعة الدوران..... 62.....
- الشكل IV 11: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التسوية..... 62.....
- الشكل IV 12: محاكاة ثنائية الابعاد لعملية التسوية..... 63.....
- الشكل IV 13: محاكاة ثلاثية الابعاد للتسوية..... 63.....
- الشكل IV 14: تحديد المسار..... 63.....

- الشكل 15.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية الخراطة الطولية.....64
- الشكل 16.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية الخراطة الطولية.....64
- الشكل 17.IV: محاكاة ثنائية الابعاد لعملية الخراط الطولي.....64
- الشكل 18.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية الخراط الطولي.....64
- الشكل 19.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التعنيق الأولى.....65
- الشكل 20.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التعنيق الأولى.....65
- الشكل 21.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية التعنيق الأولى.....66
- الشكل 22.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التعنيق الثانية.....66
- الشكل 23.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التعنيق الثانية.....66
- الشكل 24.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية التعنيق الثانية.....67
- الشكل 25.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية اللولبة الخارجية.....67
- الشكل 26.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية اللولبة الخارجية.....67
- الشكل 27.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية اللولبة الخارجية.....68
- الشكل 28.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية المركزة.....68
- الشكل 29.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية المركزة.....68
- الشكل 30.IV: ظهور عملية المركزة.....69
- الشكل 31.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التنقيب الأولى.....69
- الشكل 32.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التنقيب الأولى.....69
- الشكل 33.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التنقيب الثانية.....70

- الشكل IV.34: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التقيب الثانية.....70
- الشكل IV.35: نافذة البيانات الهندسية لعملية التقيب الثالثة.....70
- الشكل IV.36: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التقيب الثالثة.....70
- الشكل IV.37: ظهور عمليات التقيب الثلاثة.....71
- الشكل IV.38 : نافذة البيانات الهندسية لعملية القص71
- الشكل IV.39: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية القص.....71
- الشكل IV.40: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية القص.....72
- الشكل IV.41: محاكاة ثلاثية الابعاد للقطعة ب 1/2 مسقط.....72
- الشكل IV.42: محاكاة ثلاثية الابعاد للعمليات المنجزة.....72
- الشكل IV.43 : نافذة export CN.....73
- الشكل IV.44: نافذة ISO لتحرير البرنامج.....74

فهرس الجداول:

الفصل الأول: عموميات حول التحكم العددي

- جدول I. 1: عناصر الجزء العملي.....10
- جدول I. 2: أنواع الات التشغيل حسب عدد المحاور.....15
- جدول I. 3: مقارنة بين ماكينات التحكم العددي و الماكينات التقليدية.....17

الفصل الثاني: برمجية CAM Concept

- جدول II. 1: تعيين ايقونات نافذة CN.....33

الفصل الثالث: دراسة آلة الخراطة Emco concept turn55 والبرمجة عليها

- جدول III. 1: مكونات الآلة.....36
- جدول III. 2: المواصفات التقنية لآلة الخراطة Emco concept turn55.....37
- الجدول III. 3: مختلف الأقطار الممكن تركيبها على الطرف.....39
- جدول III. 4: تعيين وظائف ازرار لوحة المفاتيح.....40
- جدول III. 5: بعض أدوات الخراطة المستعملة في الآلة.....42
- جدول III. 6: بعض لقم أدوات الخراطة.....43
- جدول III. 7: مراجع الآلة.....44
- جدول III. 8: دلالة الحروف المكونة لسطر البرنامج.....47
- جدول III. 9: اهم الوظائف التحضيرية (G code).....48
- جدول III. 10: اهم الوظائف التكميلية (M code).....49

الفصل الرابع: الجزء التطبيقي انجاز برنامج ومحاكاة تصنيع سداة مجوفة

جدول 1.IV: التسلسل المنطقي لتصنيع السداة المجوفة.....55

جدول 2. IV : تعيين احداثيات نقاط المسار.....56

قائمة الاختصارات :

- MIT: معهد ماساشوست للتكنولوجيا (Massachusetts Institute of Technology).
- MOCN : آلة ذات تحكم عددي (Machine Oriented Control Numeric) .
- NC: التحكم العددي (Numerical Control).
- CNC : التحكم العددي بالحاسوب (Computer Numerical Control).
- DNC: التحكم العددي المباشر (Direct Numerical Control).
- CFAO: التصميم و التصنيع المدعم بالحاسوب.
- (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) .
- CAO: تصميم المدعم بالحاسوب (Conception Assistée par Ordinateur) .
- FAO: تصنيع المدعم بالحاسوب (Fabrication Assistée par Ordinateur) .
- EMCO: (Engineering Measurement Company) .
- 3D: ثلاثية الابعاد (3 Dimensions).
- PT: تنظيم العمل (Préparation du Travail).
- ISO: منظمة الدولية للتقييس (International Organisation for Standardization).
- DIN : (Institut Allemand de Normalisation).
- T: الأداة (Tool).
- Vc : سرعة القطع (m/min) Vitesse de coup .
- S: سرعة الدوران (tr/min) speed .
- F: التغذية (mm/min) feed .

الإشكالية:

يعتبر التحكم العددي من بين التكنولوجيات الحديثة التي أحدثت ثورة في طريقة تشغيل الآلات، وهذا لما يوفره من مزايا مقارنة بالآلات التصنيع التقليدية من حيث دقة وجودة السطوح المحصل عليها، إمكانية تشغيل أسطح وقطع معقدة الشكل مع إمكانية تكرار نفس العملية دون أخطاء.

لقد أصبح من الضروري إدماج التحكم العددي في مناهج التعليم التقني لما تتيحه من اكتساب الكثير من المهارات كالتصميم، النمذجة، المحاكاة، البرمجة والتصنيع.

كما نعلم ان وحدة التحكم العددي من بين محتويات البرامج التعليمية في التعليم الثانوي التقني الا انها لم تدرج لحد الساعة في مواضيع الاختبارات الرسمية، وحسب رأينا فهذا يعود الى عدة عوامل من بينها ان هذا الجانب لم يلقى الاهتمام الكافي رغم تزويد الوزارة الوصية بمخابر تحوي الات خراطة وتفريز بالتحكم العددي، ونظرا لكون هذه الآلات تحتاج إلى خبرة عالية في استعمالها والحاجة لمهارات متقدمة في التصميم والبرمجة.

وكوننا على وشك دخول ميدان التعليم الثانوي مما يستوجب منا معرفة التحكم فيها وإتقان استخدامها، وسعيا منا للمساهمة في ازالة بعض الصعوبات التي تكتسي هذا المجال وجعل من مذكرتنا هذه مرجع يساهم ولو بالقليل في تعليم بعض المفاهيم والتطبيقات، وهو السبب الذي جعلنا نختار التصميم والبرمجة على آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Concept turn55 كموضوع لمذكرتنا هذه.

المقدمة العامة:

المقدمة العامة:

في عصرنا الحالي، يشهد العالم ثورة معرفية وتكنولوجية واسعة النطاق تؤثر على جميع المجالات، ويبرز القطاع الصناعي كأحد أهم القطاعات التي استفادت من هذا التطور، من بين الإنجازات التكنولوجية التي أحدثت تغييرا جذريا في طرق التصنيع هي ماكينات التحكم العددي بواسطة الحاسوب CNC، التي أصبحت أساسا في ورشات العمل في المصانع الحديثة. هذه الآلات تتيح تصنيع قطع معقدة وبدقة متناهية، مع زيادة الإنتاج وتقليل الأخطاء البشرية، مما يوفر الوقت، الجهد وتحسين جودة المنتجات النهائية.

تركز هذه المذكرة على دراسة البرمجة باستخدام برمجية الـ CAMConcept على آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Concept turn55، وتتقسم المذكرة الى أربعة فصول ثلاثة فصول نظرية وفصل عبارة عن عمل تطبيقي.

في الفصل الأول تم تسليط الضوء على أساسيات التحكم العددي، حيث بدأنا بعرض تاريخ تطوره، ثم تناولنا مختلف أنظمة التحكم، ومكونات آلات القطع ذات التحكم العددي، كما قمنا بإجراء مقارنة تفصيلية بين آلات التشغيل التقليدية ونظيرتها ذات التحكم العددي، مع التركيز على مزايا وعيوب كل منها.

أما الفصل الثاني، فيتضمن شرحا مفصلا لبرمجية CAMConcept، مع عرض وتعريف لمختلف الأدوات المستعملة في الواجهات مثل أدوات الرسم وأدوات المشاهدة للوصول الى اعداد محاكاة العمليات التصنيعية بكفاءة.

يتناول الفصل الثالث الذي قمنا بتقسيمه الى جزأين، الجزء الأول يتضمن خصائص آلة الخراطة EMCO Concept turn55، مكوناتها، مواصفاتها التقنية، محاور الحركة، والنقاط المرجعية، الى جانب العمليات التي يمكن تنفيذها عليها. أما في الجزء الثاني فقد تناولنا أساليب البرمجة المختلفة المتاحة لهذه الآلة، بما فيها البرمجة اليدوية باستخدام نظام ISO وتعليمات G/M Code، بالإضافة الى البرمجة التفاعلية عبر برنامج EasyCycle، فضلا عن البرمجة المبنية على رسم جانبية القطعة.

أما الفصل الرابع فهو عبارة عن عمل تطبيقي، حيث قمنا بمحاكاة تصنيع قطعة و التي هي عبارة عن سداة مجوفة باستخدام برمجية CAMConcept وهذا بعد انجاز برنامج تشغيلها وذلك باتباع طريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى اعتمدت على نظام التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب (CFAO)، حيث قمنا برسم جانبية القطعة ثم اجراء محاكاة ثنائية وثلاثية الابعاد للكشف عن الأخطاء المحتملة قبل التصدير للآلة، أما الطريقة الثانية كانت عبر تحرير يدوي مباشر باستخدام رموز (G/M code) من خلال نافذة للتحرير المباشر الموجودة في البرمجية، في النهاية تم استخلاص النتائج ومقارنة الأداء بين الطريقتين.

الفصل الأول:

عموميات حول التحكم

العددي

1.1 مقدمة :

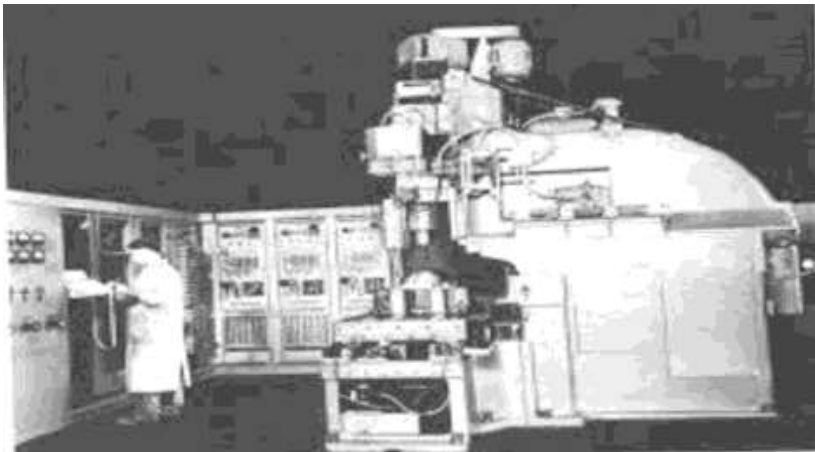
ظهر التحكم العددي منذ بضعة عقود فقط، وهو حاليا يفرض تقنيته في عالم الآلات وتم تصميمه للتحكم في قيادة الأعضاء المتحركة للآلة في وضعيات محددة بناء على تعليمات وأوامر برنامج دون التدخل المباشر من قبل المشغل اثناء تنفيذ هذا الأخير، وبالتالي التحكم فيها عن بعد بلغة رقمية قصد تلبية متطلبات التصنيع الحديث، أحدثت هذه التقنية المتطورة قفزة نوعية في مجال الصناعات التكنولوجية.

سنقدم في هذا الفصل المفاهيم الأساسية للتحكم العددي وبنية آلات القطع التي تخضع له، تصنيفها، بالإضافة الى مقارنتها بالماكينات التقليدية، وفي الأخير سنتعرف على إيجابيات وعيوب هاته الماكينات.

2.1 نبذة عن تاريخ التحكم العددي :

ظهر التحكم العددي في الولايات المتحدة الامريكية اثناء الحرب العالمية الثانية (حيث يعود تاريخ اول آلة تشغيل ذات تحكم عددي الى سنة 1942م) لتصنيع قطع محركات الطائرات التي كانت ذات اشكال معقدة للغاية لدرجة انه كان يجب تصنيعها يدويا في السابق. تعتبر الانطلاقة الحقيقية لتقنية التحكم العددي في معرض "شيكاغو بالولايات المتحدة الامريكية" عام 1952م على يد العديد من الشركات كشركة " Cincinnati Milling Corporation"، ومعهد ماساتشوستس (MIT) واعتمدوا في انطلاقتهم على المعلومات الرياضية لتسمى هذه التقنية بالتحكم العددي، او أيضا كان من الممكن تسميتها بالتحكم الرمزي [1].

بالاعتماد على التمويل الكبير من قبل القوات الجوية الامريكية ودعم الباحثين في معهد ماساتشوستس (MIT) في سنة 1952م تم صنع اول آلة تشغيل ذات التحكم العددي (MOCN) وكانت ذات ثلاثة محاور وتعمل بواسطة شريط مثقب بشكل فعلي والموضحة في الشكل (1.1) [2].



الشكل 1.1: اول آلة تصنيع ذات تحكم عددي (MOCN) [3].

ومنه يمكن تلخيص المراحل المختلفة لتطور التحكم الرقمي CN كالاتي:

1954: حصلت شركة بنديكس "Bendix" على براءة اختراع بارسونس "Parsons" وصنعت اول نظام تحكم عددي صناعي CN.

1955: في فونت دي لاك (Wisconsin)، قامت الشركة المصنعة الأمريكية "Giddins & Lewis" بتسويق اول آلة تشغيل بالتحكم العددي (MOCN).

1959: ظهور تقنية التحكم العددي CN في أوروبا (معرض هانوفر). كما أعلن معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) عن إنشاء لغة برمجة APT (الأدوات المبرمجة آليا).

1960: ظهور نظام DNC (التحكم العددي المباشر).

1964: في فرنسا، أطلقت شركة التليمكانيك الكهربائية ال (CN NUM 100) مصممة على أساس مراحل تليستاتيكية "relais Téléstatique" (نظام تحكم عن بعد).

1968: اعتمد التحكم العددي CN على الدارات المدمجة، مما جعله أكثر احكاما وقوة. تم طرح اول مركز تصنيع آلي للبيع من قبل شركة Trecker & Kearney (الولايات المتحدة الأمريكية USA).

1972: تحل الحواسيب الصغيرة (minicalculateurs) محل المنطق السلكي (Logique cablée)، ليصبح التحكم العددي CN تحكما عدديا بالكمبيوتر (CNC).

1976: تطوير أنظمة التحكم العددي CN باستخدام المعالجات الدقيقة (microprocesseurs).

1984: ظهور وظائف رسومية متقدمة ووضع البرمجة التفاعلية، وبدء التصنيع بمساعدة الكمبيوتر (FAO).

1986: تم دمج التحكم العددي CN في شبكات الاتصال، بداية عصر التصنيع المرن (CIM): التصنيع المتكامل بالكمبيوتر).

1990: تطوير أنظمة التحكم العددي CN باستخدام المعالجات الدقيقة (31bits) [2].

3.I مفهوم التحكم العددي :

التحكم العددي، والذي يعرف أيضا بالتحكم الرقمي، هو تقنية تستخدم للتحكم في الآلات والأدوات باستخدام بيانات ابجدية رقمية (alphanumériques) وذلك من خلال برامج حاسوبية، يعتمد التحكم العددي على المعالجات الرقمية لتنفيذ تعليمات محددة، مما يسمح للآلات بتنفيذ عمليات معقدة ودقيقة بشكل آلي [4].

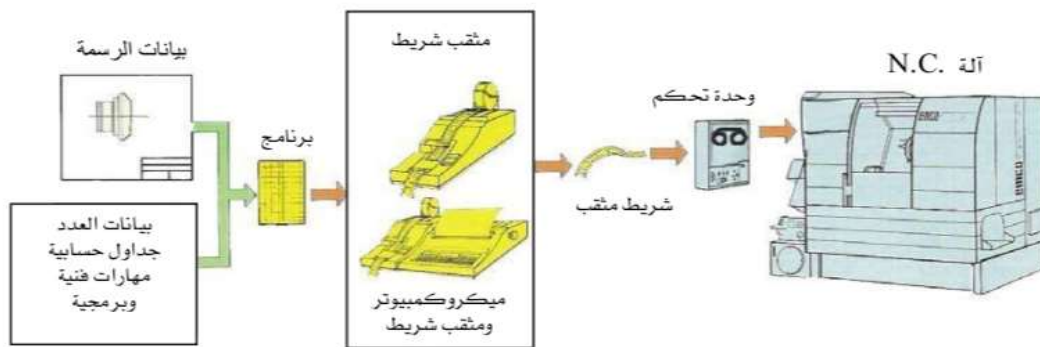
4.I أنواع نظم التحكم العددي والمقارنة بينها :

4.I.1 التحكم الرقمي (NC):

هو صورة من صور الآلية القابلة للبرمجة حيث يتم التحكم في معدات التصنيع بواسطة برنامج خاص بالقطعة المراد إنتاجها، ويكون البرنامج في شكل ارقام وحروف ورموز، ويحفظ على هيئة شريط مثقب تتم قراءته بواسطة جهاز تحكم في الماكينة.

عندما تتغير القطعة المطلوب تصنيعها يتغير أيضا البرنامج، وهذه القابلية لتغيير البرنامج هي التي تجعل ماكينات التحكم الرقمي مناسبة للإنتاج المنخفض والمتوسط الحجم، وتمتد تطبيقات التحكم الرقمي لتشمل ماكينات التصنيع بمختلف أنواعها مثل الفرايز والمخارط... الخ، وماكينات القياس، وماكينات التجميع (Assembly) وغيرها. وتقوم قاعدة التشغيل لكل هذه الأنواع من ماكينات التحكم الرقمي على مبدأ مشترك وهو التحكم في موقع أداة القطع (او ما يقوم مقامه في التطبيق المعين) بالنسبة للقطعة المراد تشغيلها (او ما يقوم مقامها) [5].

- يمثل الشكل (2.I) العناصر المكونة لنظام NC

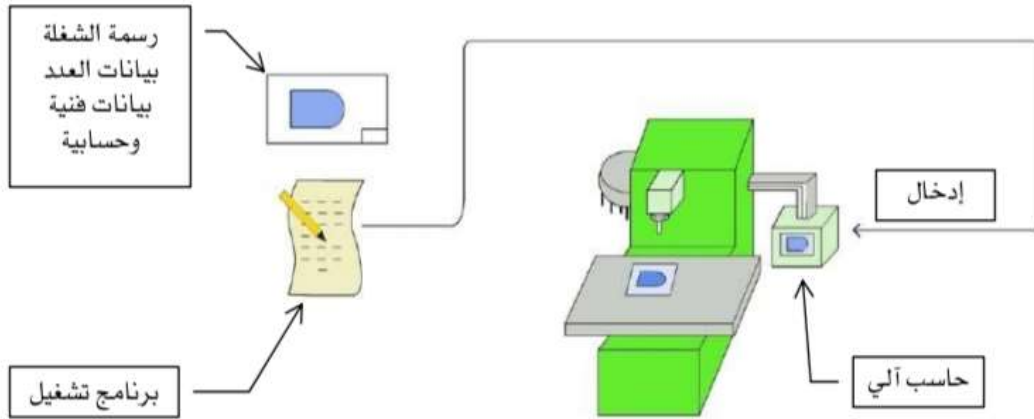


الشكل 2.I: العناصر المكونة لنظام NC [6].

4.I. 2 التحكم الرقمي بالكمبيوتر (CNC):

وهو عبارة عن نظام تحكم رقمي يستخدم فيه الكمبيوتر (له ذاكرة لحفظ البرامج التي تسجل فيه) للتحكم في ماكينة التحكم الرقمي. ويمثل الكمبيوتر جزء لا يتجزأ من الماكينة، ويمكن برمجة ماكينة التحكم الرقمي مباشرة باستخدام لوحة مفاتيح الكمبيوتر، مما أدى إلى الغاء الاعتماد على الشريط مثقب وأجهزة قراءته البطيئة في تنفيذ البرنامج، تتميز هذه الماكينات بسهولة تحديث وتعديل البرنامج [5].

- يمثل الشكل (3.I) العناصر المكونة لنظام CNC.

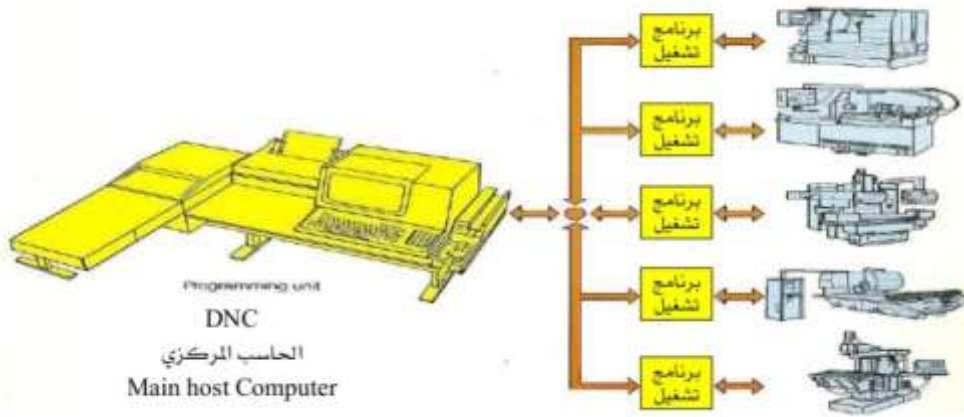


الشكل 3.I: العناصر المكونة لنظام CNC [6].

4.I. 3 التحكم الرقمي بالمباشر (DNC):

وهو عبارة عن نظام تصنيع يقوم فيه كمبيوتر واحد بالتحكم في عدة ماكينات تحكم رقمي بصورة مباشرة وحية، حيث ينتقل برنامج القطعة المعينة المراد انتاجها من ذاكرة الكمبيوتر مباشرة الى ماكينة التحكم الرقمي [5].

- يمثل الشكل (4.I) العناصر المكونة لنظام DNC.



الشكل 4.1: العناصر المكونة لنظام DNC [6].

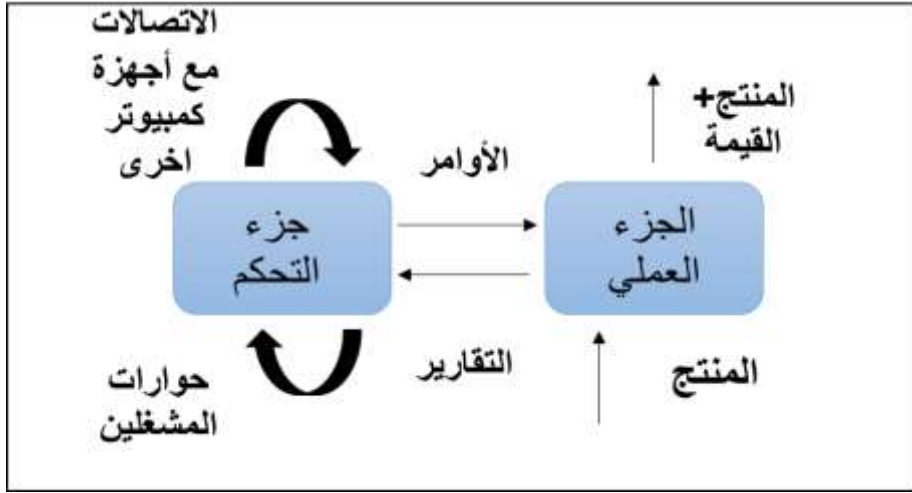
له رغم انه يستخدم كمبيوتر في كلا النظامين ال (CNC) وال (DNC) يجب ملاحظة الفروق التالية:

1. كمبيوتر ال (CNC) يتحكم في ماكينة واحدة، في حين انه يسيطر على عدد كبير من الماكينات في حالة ال (DNC) .
2. الكمبيوتر يكون في مكانه بعيدا عن الماكينات التي يعمل معها في نظام ال (DNC) ولكننا نجده مباشرة مع الماكينة في ال (CNC) .
3. الكمبيوتر في حالة ال (DNC) ليس هدفه الوحيد التحكم في الماكينات التي تعمل معه بل هو يمثل أيضا جزء من نظام توفير المعلومات لإدارة المصنع، اما بالنسبة ل (CNC) فالكمبيوتر يحصر امكانياته لخدمة الماكينة التي تعمل معه [5].

5.1 بنية الات القطع ذات التحكم العددي (جزء التحكم- الجزء العملي) [2] :

تتكون آلة التشغيل ذات التحكم العددي كما هو موضح في الشكل (5.1) من جزأين رئيسيين وهما:

- الجزء العملي.
- جزء التحكم.



الشكل 5.1: رسم تخطيطي يوضح بنية (MOCN) .

1.5.1 الجزء العملي:

ويمثل الأجزاء الميكانيكية من آلة التشغيل ذات التحكم العددي التي تقوم بالحركات المادية لتنفيذ عمليات التصنيع، يضم الجزء العملي العناصر التالية:

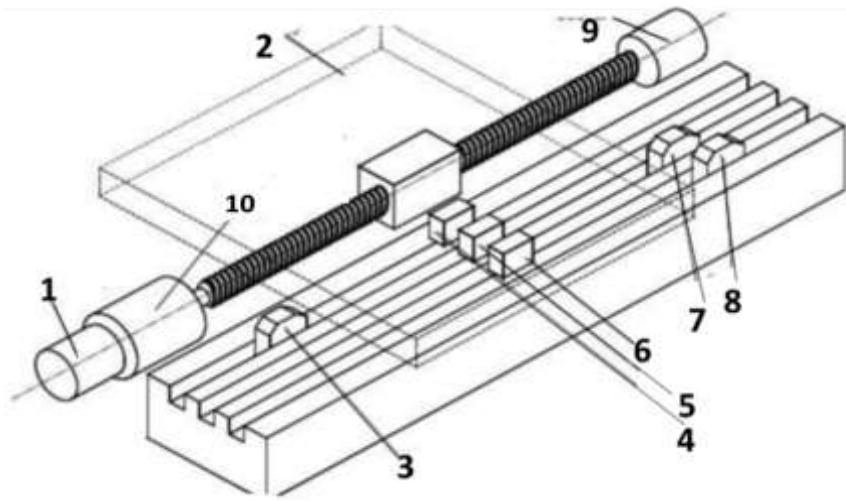
- الهيكل، يحتوي على منزلقات مصنوعة من الفولاذ المعالج.
- قاعدة، غالبا ما تكون مصنوعة من حديد الزهر أو الفولاذ لضمان الاستقرار والدقة العالية في تثبيت الآلة ولتقليل الاهتزازات وتحقيق دقة في العمليات التصنيعية.
- حامل الأداة، وهو الجزء الذي يتم تثبيت الأدوات فيه بطريقة دقيقة أثناء عمليات التشغيل، يحتوي حامل الأداة "محور دوران، شعلة، الليزر، نفاث ماء.....".
- طاولة حاملة القطعة، تستعمل في تثبيت القطعة المراد تصنيعها، تتحرك وفقا لمحورين أو ثلاثة محاور، مزودة بنظام تحكم يتضمن برغي وصامولة كروية، يتم استخدام حديد الزهر أو الفولاذ لصناعة الطاولات والهياكل للآلات ثلاثية الأبعاد وآلات التشكيل وبعض المخارط لضمان الثبات والدقة في الحركة.
- المحركات، مسؤولة عن تحريك الطاولة، في أغلب الآلات نجد أن هذه المحركات من نوع خطوة بخطوة "Moteurs pas à pas" وذلك لتميزها بدقة عالية وسهولة التحكم وتكلفة منخفضة إلا أن لهذه المحركات محدودية تتمثل في فقدان الخطوات بسبب الحمل الثقيل للآلة وسرعتها محدودة أي عند العمل بسرعات مرتفعة يحدث اهتزازات وبالتالي لا تناسب التطبيقات ذات الأحمال الثقيلة أو التي تحتاج إلى عزم

دوران كبير لذلك تستبدل بمحركات المؤازرة "Moteurs à servocommande" والتي نجدها في الآلات الثقيلة والمتعددة المحاور لتمييزها بالتغذية الراجعة والدقيقة "Feedback" التي تضمن عدم فقدان أي حركة، عزم دوران، سرعة اعلى مع استقرار في الاداء.

- **مستشعر الموضع**، يستخدم لتحديد ومراقبة الموضع الدقيق للأجزاء المتحركة داخل الآلة، يتم استخدام هذه المستشعرات لضمان التحركات الدقيقة وفقا لأوامر برمجية معطاة للآلة، حيث تساهم في تحسين الدقة اثناء عملية التصنيع.

- **دينامو تاكيوميتر (dynamo tachymétrique)**، يضمن قياس سرعة الزاوية للمحركات او الأجزاء المتحركة من الآلة، وهو جهاز كهربائي يستخدم لتحويل السرعة الدورانية الى إشارة كهربائية قابلة للقياس، مما يساعد على الضبط والتحكم في السرعة بدقة عالية وضمان ان المحرك يعمل في النطاق المحدد.

- تمثل عناصر الجزء العملي في الشكل (6.1):



الشكل 6.1: عناصر الجزء العملي [2].

- يوضح الجدول (1.1) عناصر الجزء العملي:

الجدول 1.I: عناصر الجزء العملي.

اسم العنصر	رقم العنصر
دينامو تاكيومتر "dynamo tachymétrique" .	1
الطاولة	2
محدد نهاية مسار X^-	3
مستشعرات مرتبطة بالطاولة	4
	5
	6
محدد نقطة المرجع	7
محدد نهاية مسار X^+	8
مبرمج	9
المحرك	10

2.5.I. جزء التحكم:

هو النظام المسؤول عن توجيه وتشغيل الماكينة بناء على الأوامر والبرامج التي يتم ادخالها، يعتبر هذا الجزء العقل المدبر للآلة ويقوم بتحويل التعليمات الرقمية التي يتلقاها الى حركات دقيقة للقيام بعمليات التصنيع المختلفة. ويتكون من العناصر الآتية:

1. وحدة التحكم (Control Unit):

- وحدة المعالجة المركزية (CPU): تنفذ التعليمات البرمجية وتتحكم في العمليات.
- وحدة الذاكرة (G-code): لتخزين البرامج وبيانات التشغيل المؤقتة.
- وحدة الادخال/الإخراج (I/O): تتواصل مع الأجهزة الأخرى مثل المحركات.

2. واجهة البرمجة والتشغيل (Human Machine Interface) :

• الشاشة: لعرض حالة الماكينة والتعليمات.

• لوحة المفاتيح او لوحة التحكم: لإدخال التعليمات والتحكم في إعدادات التشغيل.

3. نظام التغذية العكسية (Feedback System):

• أجهزة الاستشعار (Sensors): تقيس الموقع، السرعة، الاتجاه.

• المشفرات (Encoders): تقدم تغذية عكسية دقيقة عن الوقع الزاوي والخطي.

• أجهزة قياس الليزر او المسطرة الخطية (Linear Scales): توفر دقة إضافية في قياس الحركة.

4. برمجيات التحكم (Control Software):

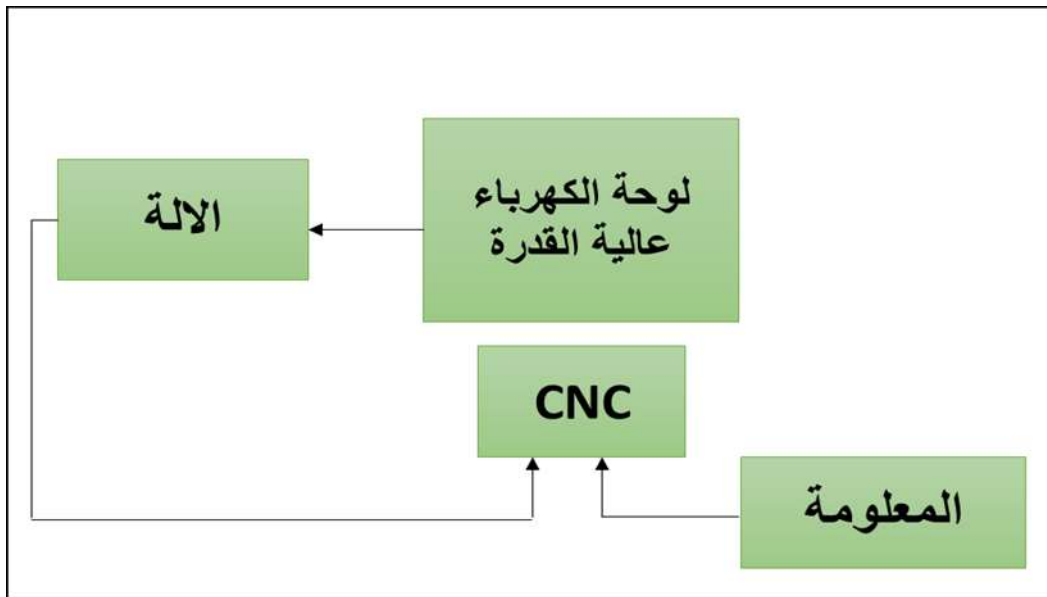
• برامج (CAM/CAD): لتحويل التصميمات الى عمليات تشغيل.

• مترجمات (G-code): لتحليل وتنفيذ التعليمات.

5. وحدات الطاقة (Power Supply Unit):

• تمد النظام بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل العناصر الالكترونية والمحركات.

- يمثل الشكل (7.I) المقابل الوظيفة الأساسية لجزء التحكم والمتمثلة في تحويل التعليمات الرقمية بعد قراءتها وتحليلها الى حركة ميكانيكية دقيقة، وبالتالي الزيادة في الإنتاجية، تحسين الدقة، تقليل الأخطاء البشرية، توجيه الآلة لتنفيذ العمليات المطلوبة وتصحيح الأخطاء المحتملة اثناء عملية التشغيل باستخدام التغذية العكسية.



الشكل 7.I : الوظيفة الأساسية للتحكم الرقمي [2].

6.I تصنيف الات القطع ذات التحكم العددي :

تصنف الات التشغيل ذات التحكم العددي حسب:

6.I.1 تصنيف الات القطع ذات التحكم العددي (MOCN) حسب طبيعة الحركة او نوع الازاحة :

يعتبر تصنيف الآلات ضرورياً لأنه يساعد على اختيار الآلة المناسبة لكل نوع من العمليات التصنيعية، تقليدياً تم تصنيف الآلات بناءً على أشكال الأسطح المطلوب إنجازها فالقطع الأسطوانية تنجز بعملية الخراطة والموشورية بالتفريز، ليتم إعادة النظر في هذا التصنيف لان التحكم العددي وتكييف هياكل الآلات معه كسرا العلاقة بين هذين الزوجين فصنفت الات التشغيل ذات التحكم العددي حسب نوع الازاحة الى:

1. الات الازاحة الخطية (Linear Displacement Machines): تعتمد هذه الآلات على حركة الأدوات او القطع المشغلة في خطوط مستقيمة (محاور X، Y، Z) وتستخدم لتصنيع الاسطح المستوية او الخطية، كالات التفريز والخراطة التي تعمل بحركات خطية.
2. الات الازاحة الدورانية (Rotational Displacement Machines): تعتمد على حركة دورانية للأداة او القطع المشغلة حول محاور معينة وتستخدم لتصنيع الاشكال الدائرية او الاسطوانية، كالات الخراطة، الات القطع بالليزر.
3. الات الازاحة المركبة (Combined Displacement Machines): وهي الات تجمع بين الازاحة الخطية والدورانية، تتيح إمكانية انجاز عمليات معقدة ومتنوعة على القطع، كالات CNC ذات خمسة محاور التي تتحرك في محاور خطية ودورانية في ان واحد.
4. الات الازاحة متعددة المحاور (Multi-Axis Displacement Machines): تعمل بحركات على عدة محاور في نفس الوقت (3، 4، 5، او أكثر) وتستخدم لتصنيع الأجزاء ذات الاشكال المعقدة بدقة وكفاءة عالية [7].

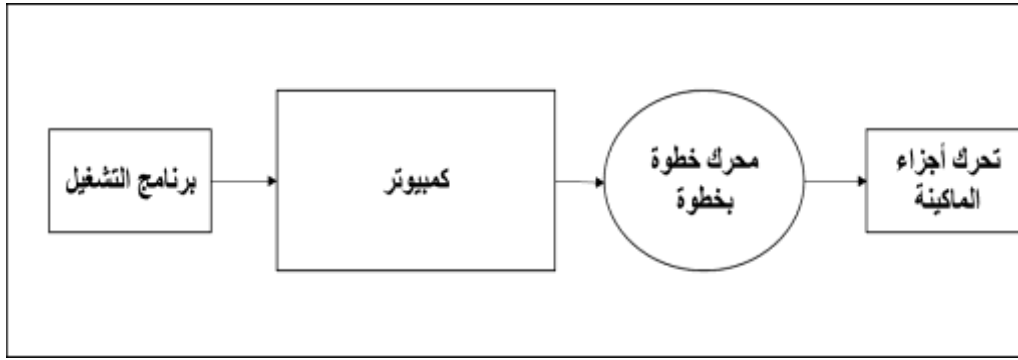
6.I.2 حسب نوع التحكم [8]:

تصنف الات التشغيل ذات التحكم العددي حسب أوضاع التشغيل التالية:

◀ تحكم مفتوح الحلقة (Open-Loop Control):

وهو نظام تحكم يتميز بغياب التغذية الراجعة (Feedback) أي لا يتم مراقبة المخرجات أو قياسها اثناء العملية، مما يعني ان الالة لا تتكيف مع التغيرات او الأخطاء التي قد تحدث اثناء العمل. نظام الحلقة المفتوحة هو نظام بسيط وغير معقد من حيث التصميم، حيث تعتمد الالة على أوامر مبرمجة مسبقا ولا تحتاج الى أجهزة استشعار او معالجة اضافية، هذا النوع من أنماط التشغيل يستخدم في التطبيقات التي تكون فيها الظروف ثابتة ولا تتطلب تعديلات مستمرة كالات الخراطة البسيطة والتي تحدد فيها سرعة الدوران او حركة الأداة بشكل ثابت، الطابعة ثلاثية الابعاد. الا ان هذا النظام إذا وقع خطأ في العملية (مثل التغيرات في الحمولة او تآكل الأداة) فانه لا يملك القدرة على تصحيحه وقد يؤدي هذا الى تدهور الدقة مع مرور الوقت.

- عند التشغيل في الحلقة المفتوحة (الشكل 8.I) يضمن النظام تحريك العربة ولكنه لا يقوم بمراقبتها.



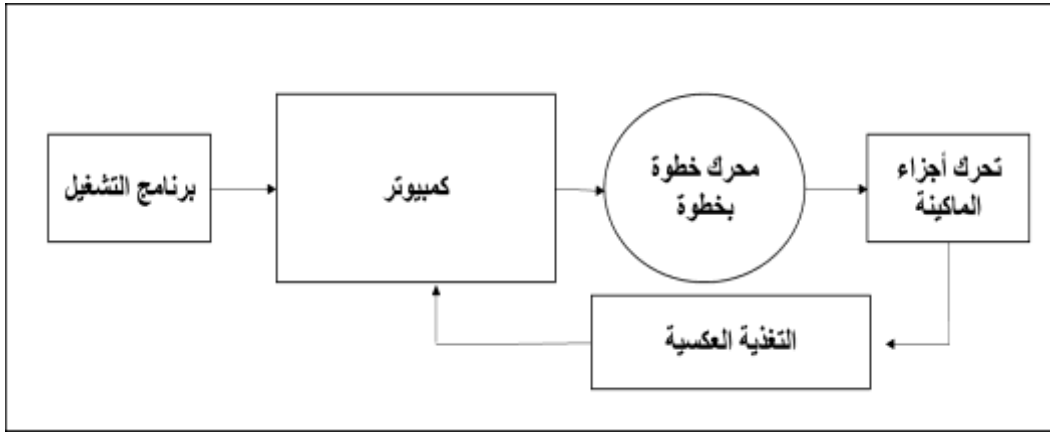
الشكل 8.I : التشغيل في الحلقة المفتوحة [8].

◀ التحكم التكيفي (Commande Adaptative):

هو تقنية متقدمة تستخدم لتحسين أداء أنظمة التحكم العددي (CNC)، في الآلات التقليدية يتم ضبط شروط القطع (سرعة القطع، سرعة التغذية، عمق القطع) بشكل مسبق ولا تتغير اثناء التشغيل، لكن في ظروف الإنتاج الحقيقية قد تتغير بسبب عدة عوامل كتغير خواص المادة، اهتزاز الأداة او الماكينة، التآكل التدريجي للأداة او التغير في درجة الحرارة، التحكم التكيفي يعالج هذه التغيرات بفضل استخدام مستشعرات وخوارزميات تراقب الأداء وتعديل شروط القطع اليا وبالتالي التعزيز من أداء الماكينات بالتكيف المستمر مع الظروف المتغيرة اثناء الانتاج، مما يحقق كفاءة عالية ودقة افضل في عمليات التصنيع.

◀ تحكم مغلق الحلقة: (Closed-Loop Control)

هو نظام تحكم يعتمد على تغذية راجعة (Feedback) لمراقبة وتحليل الأداء اثناء عملية التشغيل، مما يسمح بتصحيح الأخطاء او التعديلات اللازمة في الوقت الفعلي لضمان دقة العملية وجودة المنتج النهائي. يستخدم التشغيل في حلقة مغلقة في عمليات التصنيع التي تتطلب دقة عالية، حيث يكون من الضروري التصحيح التلقائي خلال العملية، مثل تصنيع الأجزاء المعقدة او في صناعات مثل صناعة الطيران او السيارات حيث تتطلب الأجزاء دقة عالية في كل عملية. يوضح الشكل (9.I) التشغيل في الحلقة المغلقة.



الشكل 9.I: التشغيل في الحلقة المغلقة [8].

6.I. 3. حسب عدد المحاور:

تصنيف الات التشغيل ذات التحكم العددي حسب عدد المحاور يتم وفقا لقدرة الماكينة على تحريك الأداة او القطعة المشغلة في اتجاهات متعددة، يحدد عدد المحاور المرونة والدقة في تشغيل الأجزاء المعقدة حيث كلما زاد عدد المحاور في الات التشغيل ذات التحكم العددي كلما زادت مرونتها وقدرتها على تصنيع أجزاء أكثر تعقيدا وبدقة عالية، يمكن تصنيفها حسب عدد المحاور الى:

1. الات ذات محورين (Axes2): المحاور المتاحة في هذه الالة هما محورين (Y,X) وتستخدم هذه الآلات عادة في عمليات الخراطة، اما قدرتها فتتجلى في انتاج اشكال اسطوانية وخطوط مستقيمة فقط.
2. الات ذات ثلاثة محاور (Axes 3): المحاور المتاحة في هذه الالة هي ثلاثة محاور (Z, Y,X) وتستخدم هذه الآلات في عمليات التفريز والقطع، اما قدرتها تتجلى في تشغيل الأجزاء ذات الاشكال البسيطة كالأسطح المستوية والفتحات، ولها محدودية في تشغيل الأجزاء ثلاثية الابعاد المعقدة.

3. آلات ذات أربعة محاور (Axes 4): المحاور المتاحة في هذه الآلة هي ثلاثة محاور (X، Y، Z) بالإضافة إلى محور دوران (A) وتتيح إضافة محور رابع دوران القطعة أو الأداة حول أحد المحاور الثلاثة، وتستخدم هذه الآلات في عمليات التفريز المعقدة، أما قدرتها فتتجلى في تصنيع الأسطح المنحنية، وزيادة المرونة في تشغيل الأشكال المعقدة.

4. آلات ذات خمس محاور (Axes 5): المحاور المتاحة (Z، Y، X) بالإضافة إلى محورين دوارنيين (A و C) وتستخدم هذه الآلات في تشغيل الأجزاء المعقدة ثلاثية الأبعاد ومناسبة لقطاعات الطيران، السيارات، وصناعة القوالب، أما قدرتها فتتجلى في تصنيع أجزاء دقيقة ومعقدة والوصول إلى جميع جوانب القطعة المشغلة بزوايا مختلفة.

5. آلات متعددة المحاور (Multi-Axes): المحاور المتاحة ستة محاور أو أكثر مما يتيح حركة أكثر تعقيداً ومرونة، وتستخدم هذه الآلات في أنظمة التشغيل المتقدمة مثل الروبوتات الصناعية والآلات القطع بالليزر، أما قدرتها فتتجلى في تصنيع أجزاء فائقة التعقيد والدقة.

ونلخص ذلك في الجدول (2. I) الآتي:

الجدول 2. I: أنواع الآلات التشغيل حسب عدد المحاور [7].

عدد المحاور	الحركة	الاستخدامات
محوران	X، Y	الخراطة التقليدية
ثلاثة محاور	X، Y، Z	التفريز، تشغيل أسطح بسيطة
أربعة محاور	X، Y، Z دوران حول محور (A و B)	تصنيع الأسطح المنحنية
خمس محاور	X، Y، Z دوران حول محوري (A و B)	تصنيع الأجزاء ثلاثية الأبعاد
متعددة المحاور	X، Y، Z محاور إضافية (6 فأكثر)	تصنيع الأجزاء المعقدة والمتقدمة

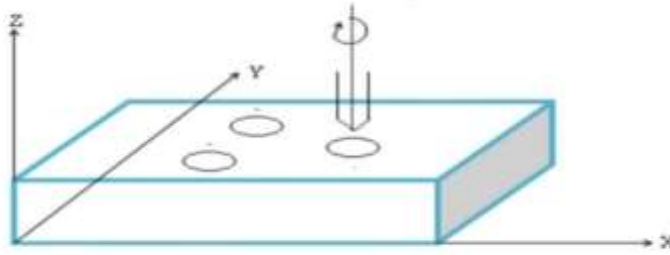
I 4.6. حسب نوع التشغيل [9] :

وفقا لنوع التشغيل، يمكن تصنيف الات القطع ذات التحكم العددي (MOCN) الى ثلاثة أنواع وهي:

◀ التشغيل من نقطة الى نقطة (تشغيل موضعي):

وهو نظام تحكم يهدف الى تحريك اداة الى موقع محدد مسبقا، بحيث تنتقل أداة القطع من موقع الى اخر دون نزع المادة ومن دون مراعاة سرعة الأداة والمسار الذي تتبعه، فبمجرد وصول الأداة الى النقطة المطلوبة تبدأ عملية التشغيل، وبالرغم من عدم أهمية مسار الأداة المتبع يجب التأكد من عملية البرمجة من عدم اصطدام أداة القطع بالقطعة والتجهيزات التي تثبتها، يعد هذا النظام من ابسط أنواع النظم واقلها تكلفة.

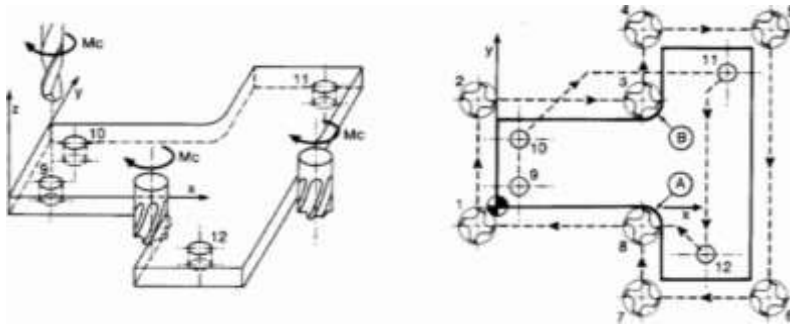
- الشكل (10.I) يوضح ماكينات التتقيب ذات التحكم العددي:



الشكل 10.I: التشغيل من نقطة الى نقطة [10].

◀ التشغيل في مسار خطي:

يسمح هذا النوع بإنجاز عمليات الصنع ذات حركات تقدم مستقيمة وموازية لمحاورها بسرعة متحكم فيها، ولا تسمح بإنجاز أي عملية ذات مسار كروي، على سبيل المثال تنفيذ عمليات تفريز دقيقة بسرعات محددة ونوضح ذلك من خلال الشكل (11.I).

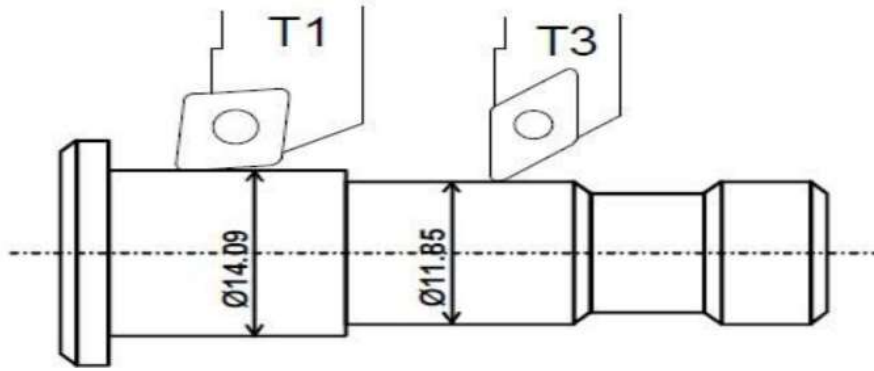


الشكل 11.I: عملية التفريز بواسطة التشغيل في مسار خطي [7].

◀ التشغيل في مسار مستمر:

يمكن لهذا النظام انجاز كل من نظام التشغيل الموضعي والمسار الخطي، كما يمكن من ضبط موقع أداة القطع على محاور متعددة وفي وقت واحد، حيث ان لكل محور محرك خاص به، تتيح هذه المرونة انجاز مسارات مائلة، منحنية، دائرية، هذا النوع من أنواع التشغيل هو أكثر الأنواع تعقيدا واكبرها تكلفة.

-يوضح الشكل (12.I) عملية التشكيل في مسار مستمر:



الشكل 12.I: عملية الخراطة بواسطة التشغيل في مسار مستمر [7].

7.I المقارنة بين ماكينات التحكم العددي والماكينات التقليدية :

في الجدول (3.I) سنوضح الفرق بين ماكينات التحكم العددي والماكينات التقليدية:

جدول 3.I: مقارنة بين ماكينات التحكم العددي و الماكينات التقليدية [11].

الماكينات التقليدية	ماكينات التحكم العددي CNC
دقة اقل لان جودة القطع تعتمد على خبرة المشغل	دقة أكبر وجودة أفضل
القدرة على تصنيع أجزاء هندسية معقدة	تصنيع أجزاء بسيطة
يسير المشغل آلة واحدة فقط	يمكن تسيير عدة آلات من قبل شخص واحد
انتاج محدود	انتاج بكميات كبيرة

لا يمكن محاكاة عملية التصنيع	يمكن محاكاة عملية التصنيع التي تنفذ لضمان التصنيع الصحيح للقطعة
تكلفة الآلات والصيانة معقولة	تكلفة الآلات والصيانة مرتفعة
تتطلب مهارات البرمجة	تتطلب اليد العاملة المؤهلة مهارة المشغل
يتحكم البرنامج في معلمات القطعة	يتحكم المشغل في جميع المعلمات اللازمة للقطعة
يجب ضمان سلامة المشغل من خلال اتخاذ التدابير اللازمة	سلامة أكبر للمشغل لا يحتاج المشغل ان يكون قريب من الأداة مما يزيد الامان

8.I إيجابيات ماكينات CNC :

استعمال ماكينات ال CNC يحقق المزايا التالية:

- _ تحقيق درجة من الأمان العالي للعامل لوجوده على مسافة كبيرة من الماكينة.
- _ استخدام تجهيزات تثبيت (Fixtures) أكثر بساطة من المستخدمة مع الماكينات التقليدية.
- _ تحقيق نظام انتاج أكثر مرونة للتغيرات في جداول الإنتاج.
- _ السهولة في تقبل أي تغييرات في تصميم القطع المنتجة لان ذلك يحتاج فقط الى تغيير في البرنامج السابق للقطع.
- _ تصنيع منتجات ذات دقة عالية وتطابق العينات المنتجة نظرا لاستخدام نفس البرنامج.
- _ تقليل تكلفة الإنتاج الكلية لعدم وجود منتجات مرفوضة لعيوب تصنيعية لعدم وجود اخطاء بشرية في القياس [5].

I. 9 عيوب ماكينات CNC:

بالرغم من المزايا التي تتوفر في ماكينات CNC، فهذا لا يعني انها خالية من العيوب. نذكر منها :

_ التكلفة الكبيرة للماكينة.

_ يجب توفير عمال على اعلى مستوى من التدريب للتعامل مع هذه النوعية من الماكينات.

_ قلة المتخصصين في صيانة هذه النوعية من الماكينات وتكاليف الخدمات عالية جدا.

_ حساسة ومعرضة للخلل عند العمل عليها بدون تدريب.

_ زيادة الصيانة الكهربائية وتنوعها داخل المصنع [12].

10.I الخاتمة :

قدمنا في هذا الفصل المفاهيم الأساسية المتعلقة بالتحكم العددي، تعتبر هذه المفاهيم ضرورية لدراسة وأتمتة وتنفيذ آلة ذات تحكم رقمي (MOCN)، بالإضافة الى بنيتها وتصنيفها، وتعتبر هذه المفاهيم مهمة لمواجهة أي عائق اثناء عمليات التشغيل وبالتالي معرفة القفزة النوعية التي أحدثها التحكم العددي في مجال التكنولوجيا.

الفصل الثاني:

برمجية CAMConcept

II. 1. مقدمة :

يعد الرسم اهم وسيلة للتواصل بين مختلف الناشطين والعاملين في المجال الميكانيكي، ففي عمليات التصنيع التقليدية كانت الرسومات تعد من قبل الرسام بعدها يقوم المشغل بوضع خطة للتصنيع مما يؤدي الى استغراق وقتا وجهدا كبيرا، لكن مع التطور التكنولوجي تم استخدام وسائل جد متقدمة مثل الحاسوب لتسهيل عمليات التصميم والتصنيع CFAO حيث ان:

CAO : وهو النظام الذي يستخدم لتصميم ورسم القطعة المراد تشغيلها بدقة تامة ومشاهدة ابعادها، الوانها، احجامها.

FAO : ويستخدم لتحديد الأدوات وعمليات التشغيل ويقوم بتحويل التصميم النظري الى تعليمات برمجية مسؤولة عن عملية التصنيع لتعطي اكثر دقة وتقادي الخطأ الإنساني، وبالتالي تحسين جودة المنتجات وزيادة الإنتاجية. من أبرز البرامج التي ظهرت لتقليل لدعم هذا النظام، نجد برمجية CAMconcept والتي سنتطرق اليها في هذا الفصل ونتعرف على مختلف أوامر التصميم والتصنيع المتاحة به.

II. 2. تعريف برمجية CAMconcept :

هو برنامج للتصميم الميكانيكي والتصنيع المدعم بواسطة الحاسب الالي CAO/FAO يجمع بين الوظيفتين، حيث يعتبر برنامج تدريب متكامل واحترافي يتيح استخدام مجسمات هندسية ثنائية وثلاثية الابعاد ومشاهدتها بشكل واقعي الى اقصى حد، فهو يعتبر المحاكي الأمثل الذي يساعد في خلق رؤية أوضح للتصاميم الهندسية ويسهل العمل بشكل ملحوظ.

تعد برمجية CAMConcept المشغل الأساسي لسلسلة الات EMCO من بينها مخرطة Emco concept [13] turn 55.

II. 3. واجهة برمجية CAMconcept :

بعد تثبيت CAMConcept على نظام التشغيل Windows، نذهب الى عرض القائمة Démarrer وننقر على WinNC Launch كما هو مبين في الشكل (II. 1).



الشكل II. 1: كيفية الولوج الى CAMConcept.

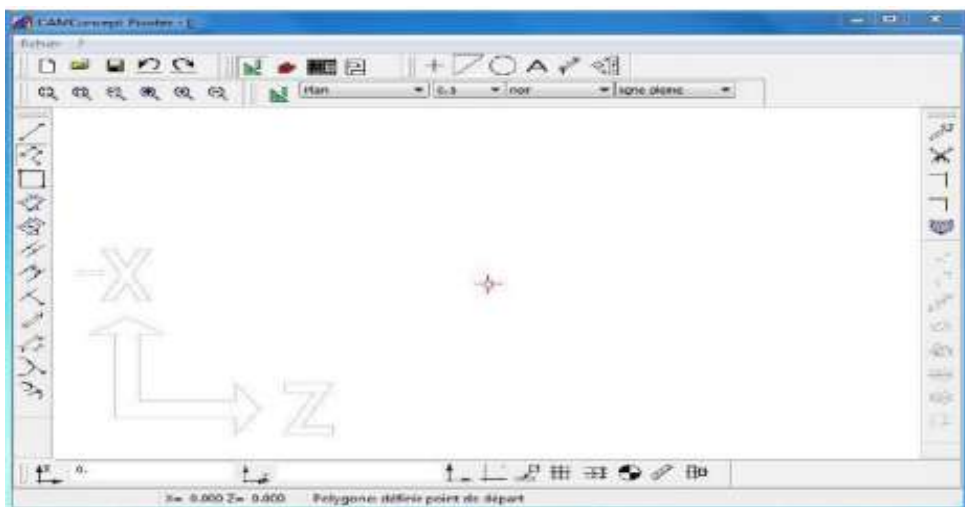
فتظهر لنا واجهة لاختيار احدى الآلات اما آلة التفريز CAMConcept Mill او آلة الخراطة CAMConcept Turn ثم انقر على موافق (OK) كما هو موضح في الشكل (II. 2).



الشكل II. 2: واجهة CAMconcept.


II. 4. واجهة برمجية CAMConcept Turn 55 [14]:

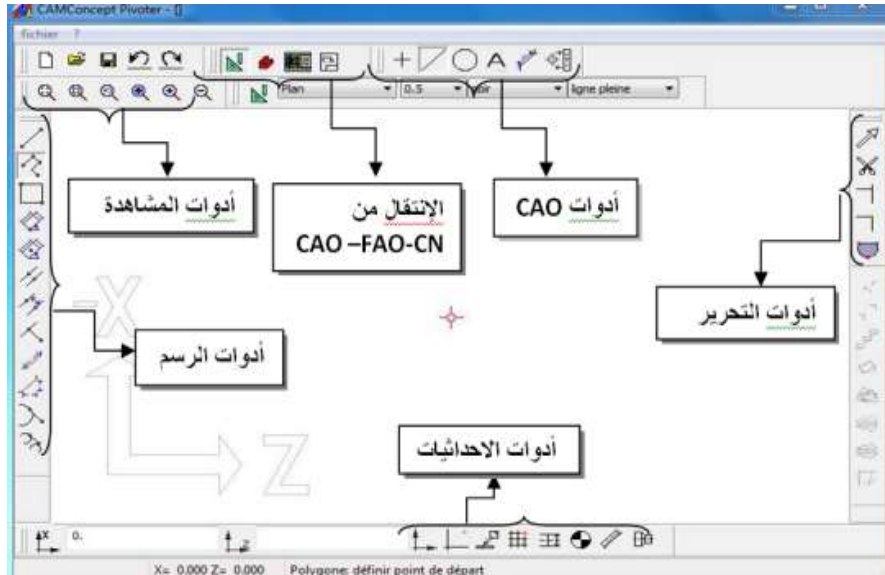
بعد اختيار تظهرهذه النافذة الموضحة في الشكل (II. 3):



الشكل II. 3: الشاشة الافتتاحية لبرمجية CAMconcept turn 55.

II.5 مختلف أوامر التصميم CAO [14]:

بالضغط على  يتم تنشيط أوامر CAO:



الشكل II. 4 : مختلف اوامر CAO.

II.5. 1 أدوات التحرير:



تناظر		تهشير		تحديد العناصر		تدوير عنصر	
		حذف		فصل العناصر		تناظر ونسخ	
		نقل عنصر		تطابق مع عنصر		السلم	
		نسخ عنصر		تطابق مع عنصرين		تدوير ونسخ	

2.5.II أدوات المشاهدة :



3.5.II أدوات الرسم :




1.3.5.II قائمة النقط :


شكل دائري		شكل مربع		شكل علامة الجمع		شكل نقطة	
--------------	--	-------------	--	-----------------------	--	-------------	--




2.3.5. قائمة الخطوط :

رسم مستطيل متمحور (مركز/ زاوية / الطول / العرض)		رسم خط	
التوازي بتعيين نقطة		رسم مضلع	
التوازي بتعيين بعد		رسم مستطيل	
التعامد		رسم مستطيل متمحور (نقطة البداية / الزاوية/ الطول/ العرض)	
شطفة بفارق		شطفة	
تلامس دائرة بدائرة		تلامس نقطة بدائرة	

3.3.5.II قائمة الدائرة : 


قوس دائرة (نقطة البداية نقطة النهاية ونصف القطر) 	دائرة بمركز و نصف قطر 
قوس دائرة (نقطة البداية نقطة النهاية ومركز) 	دائرة بمركز و نقطة 
ادراج نصف قطر 	دائرتين متمحورتين 
استدارة 	قوس دائرة(نقطة البداية نقطة النهاية ونقطة القوس) 





4.3.5.II قائمة النص A : 

نص على قوس 	نص على خط 	نص على نقطة 
---	--	--

5.3.5.II قائمة أدوات القياس : 

تحديد القطر 	تحديد الابعاد افقيا 
تحديد نصف القطر 	تحدد الابعاد عموديا 
ضبط تحديد الابعاد 	التحديد الحر للابعاد 
	تحديد قيمة الزاوية 

6.3.5.II قائمة الرموز : 

حذف الملف 	تسمية الملف 	ملف جديد 	فتح الملف 
---	---	---	---

4.5.II أدوات الاحداثيات :

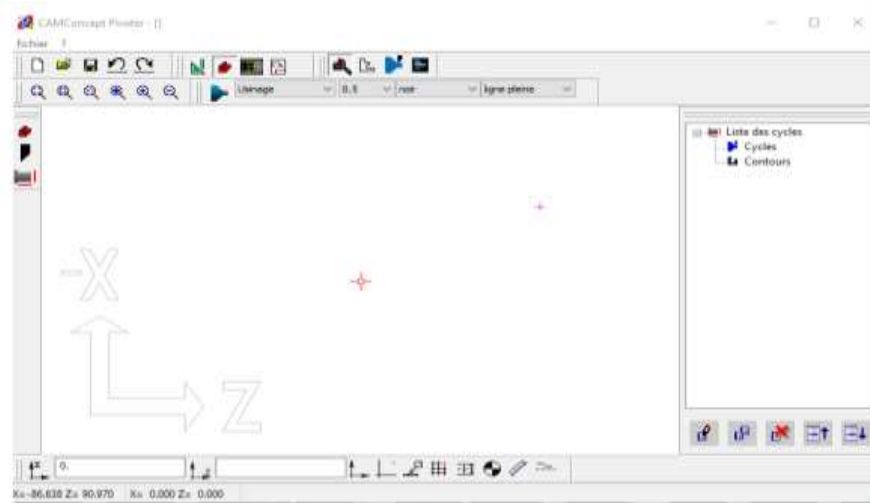
احداثيات مطلقة	
احداثيات نسبية	
احداثيات مطلقة	احداثيات ديكارتية و فيها :
احداثيات نسبية	
احداثيات مطلقة	احداثيات جيبيية و فيها
احداثيات نسبية	
ادراج نقطة	
الشبكة	
لتغيير المرجع	
لقياس المسافة بين نقطتين	
حقل حجز الاحداثيات	

5.5.II- خصائص الخط :

نوع الخط	لون الخط	سمك الخط	مستوى التصميم
ligne pleine	noir	0.5	Plan

6. II مختلف أوامر التصنيع FAO [14] :

بالضغط على الرمز يتم تنشيط رموز أوامر FAO هذا النمط يبقى نشط حتى يتم توقيفه بواسطة الضغط على أحد الأوامر CAO—CN—PT كما هو موضح في الشكل (5. II) .




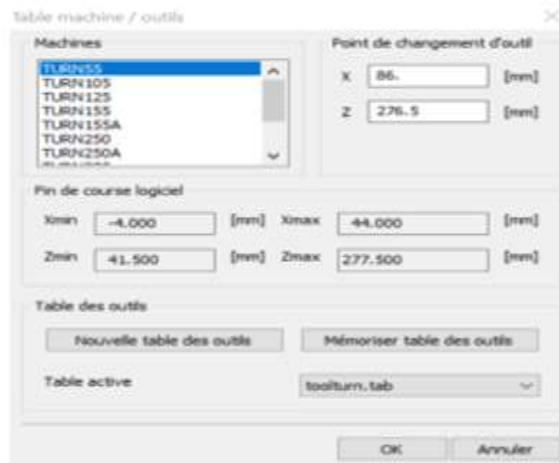
الشكل II. 5: الشاشة الافتتاحية لنظام FAO.

II. 6. 1: ايقونة الضبط

بالضغط على ايقونة الضبط تظهر الأوامر التالية :


• ضبط الآلة:

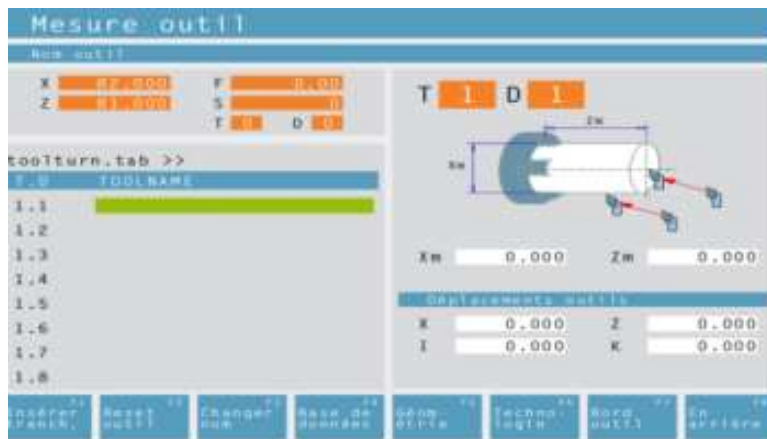
لضبط الآلة نستعمل  ثم نختار نوع الآلة كما هو موضح في الشكل (II. 6):




الشكل II. 6: نافذة ضبط الآلة.

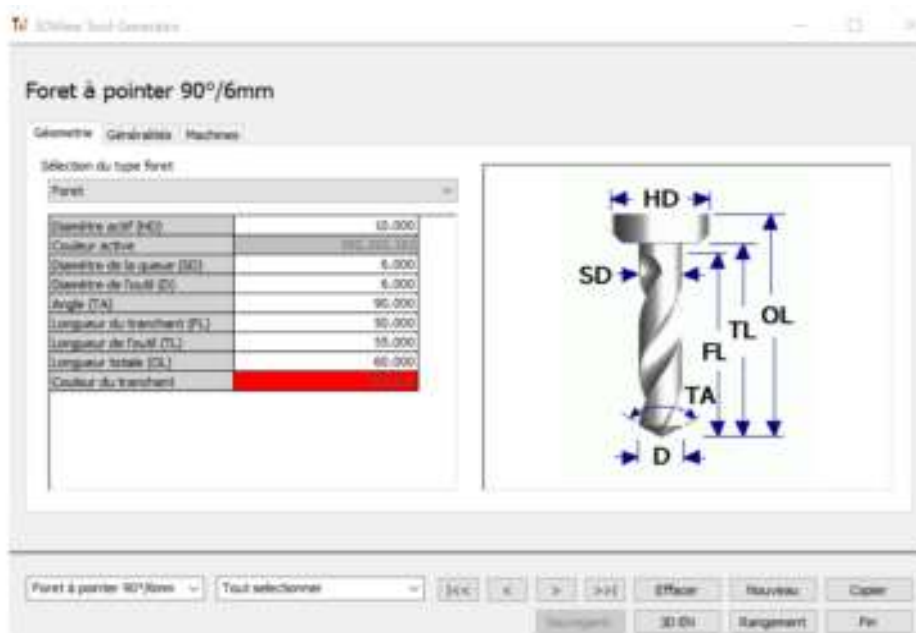
• ضبط الأدوات :

لضبط و ادراج أدوات القطع نضغط على  تظهر لنا نافذة تمكنا من ادراج وضبط أدوات القطع على الآلة التحكم العددي كما هو موضح في الشكل (II.7).




الشكل II.7: نافذة ادراج أدوات القطع.

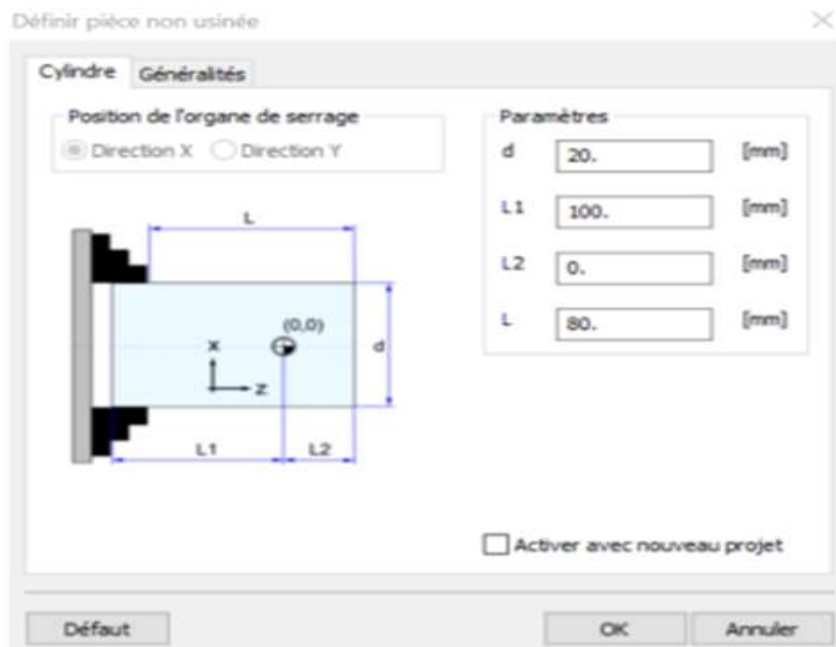
-يمثل الشكل (8.II) والذي يمثل نافذة 3D-ToolGenerator  من قائمة Démarrer والذي من خلالها يمكن تعديل أدوات القطع (زاوية الحد القاطع, طول وعرض الحد القاطع, طول حامل الاداة,.....) وادراج أدوات جديدة غير متاحة في البرمجية.




الشكل II.8: نافذة 3D-ToolGenerator.

• ضبط شكل وابعاد القطعة الخام:

بعد النقر على الايقونة ، يمكننا ضبط ابعاد القطعة الخام من خلال النافذة الموضحة في الشكل (II. 9).




الشكل II. 9: نافذة ضبط شكل وابعاد الخامة.

II.6. 2 ايقونات تحديد المسار :

تسجيل المسار 	مسار وفق مستقيم 
تعيين نقطة انطلاق جديدة 	مسار وفق عناصر 
حذف المسار 	

II.6.3 ايقونات الدورات:

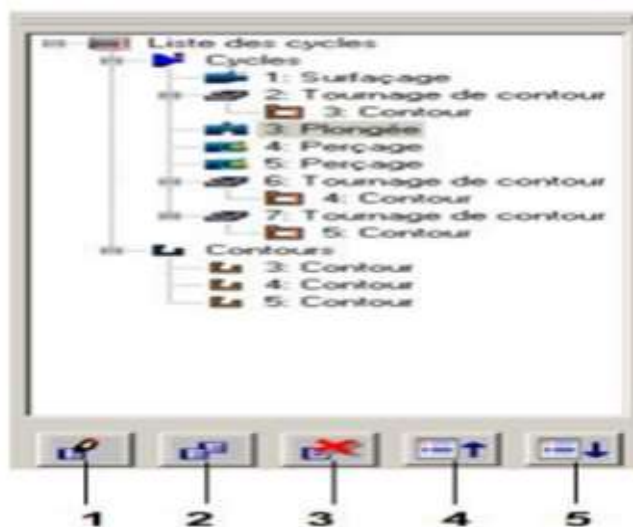
بالنقر على الايقونة التالية  تنشط النافذة التالية التي تمثل دورات عملية الخراطة:

التثقيب	التموضع	تغيير المرجع
تعنيق, قطع	دورة خرط	التسوية
برمجة وفق نظام ISO	الخراطة وفق مسار	اللولة

4.6.II تحديد الدورة:

هي نافذة موجودة على يمين شاشة البرمجية كما هو موضح في الشكل (10.II)، تحتوي على قائمة الدورات المنجزة ومسارات التصنيع، تكون بشكل مرتب ومنظم، حيث نجد أسفل هذه النافذة الأوامر التالية:

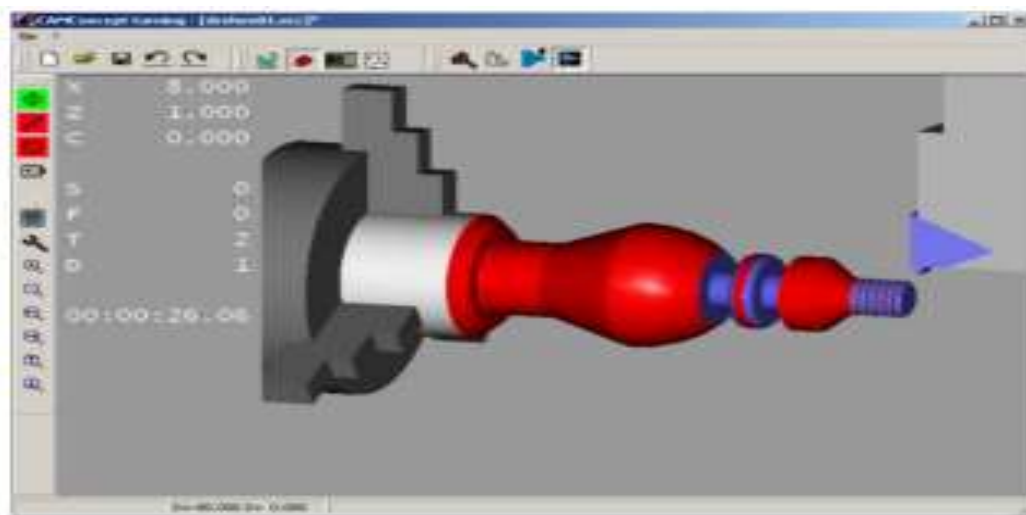
- 1/ تعديل الدورة او المسار.
- 2/ نسخ الدورة او المسار.
- 3/ حذف الدورة او المسار.
- 4/ تقديم الدورة.
- 5/ تأخير الدورة.



الشكل 10.II: شجرة خاصة بالدورات والمسارات.

II .6. 5 المحاكاة :


هي نمذجة ثلاثية الابعاد لعملية تشغيل افتراضية للقطعة، تتمثل هذه المحاكاة في مشاهدة فيديو يظهر حركة أداة القطع ويظهر السطوح الناتجة مميزة بألوان مختلفة، سرعة القطع والتغذية، رقم الأداة ومعامل التصحيح، كما يظهر مدة التصنيع والاختفاء الممكن حدوثها اثناء عملية التشغيل لتصحيحها قبل نقل البرنامج الى الماكينة، فتظهر نافذة المحاكاة في الشكل (II. 11).

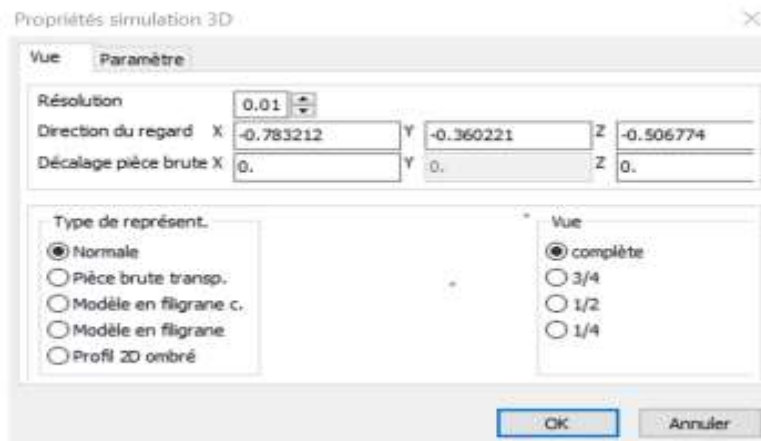


الشكل II. 11: الشاشة الافتتاحية للمحاكاة [14].

تحتوي نافذة المحاكاة على:

أدوات المشاهدة	تعديل 3D	قائمة الدورات	تنبيهات المحاكاة	محاكاة خطوة بخطوة	توقف المحاكاة	إعادة المحاكاة	تشغيل المحاكاة


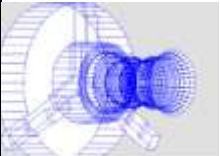
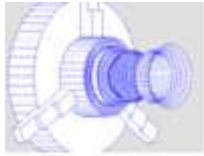
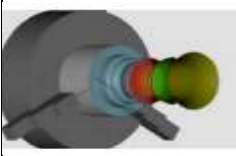
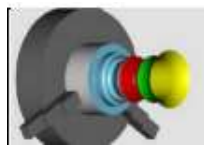
بالنقر على  تظهر النافذة الموضحة في الشكل (12. II) :






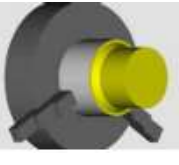
الشكل II. 12: نافذة تعديل 3D.

تحتوي هذه النافذة على اعدادات خاصة بـ:

- جودة الصورة والتي تتراوح من 0.01 الى 0.3.
- زاوية مشاهدة القطعة على كل من المحاور X، Y، Z.
- نوع العرض:

				
عرض 2D	عرض مائي كامل	عرض مائي	عرض شفاف	عرض عادي

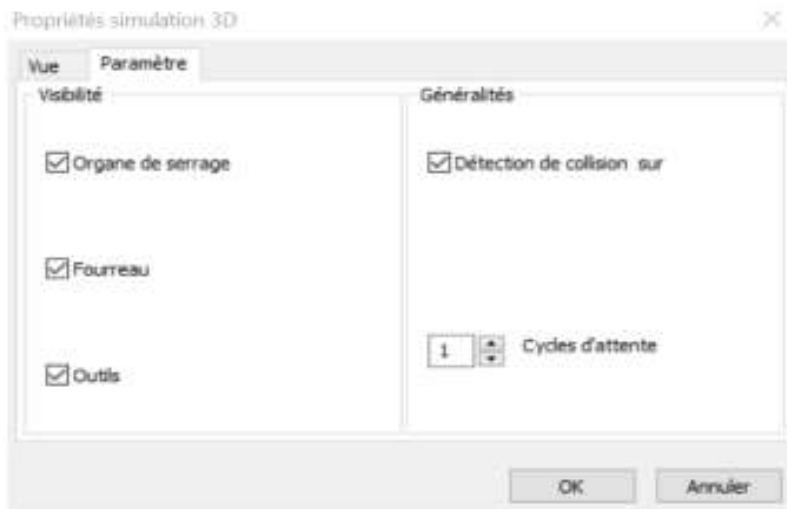
- مشاهدة القطعة:

			
1/4 المسقط	1/2 المسقط	3/4 المسقط	مسقط كامل

تتيح التمثيلات المقطعية لقطعة التشغيل ملاحظة العمليات المخفية، يتم تحديد موضع سطح القطع بإدخال الاحداثيات اللازمة لتمثيل العرض المقطعي بعد إعادة تشغيل المحاكاة.

بالنقر على Paramètre تظهر النافذة الموضحة في الشكل (II. 13) والتي تحتوي على:

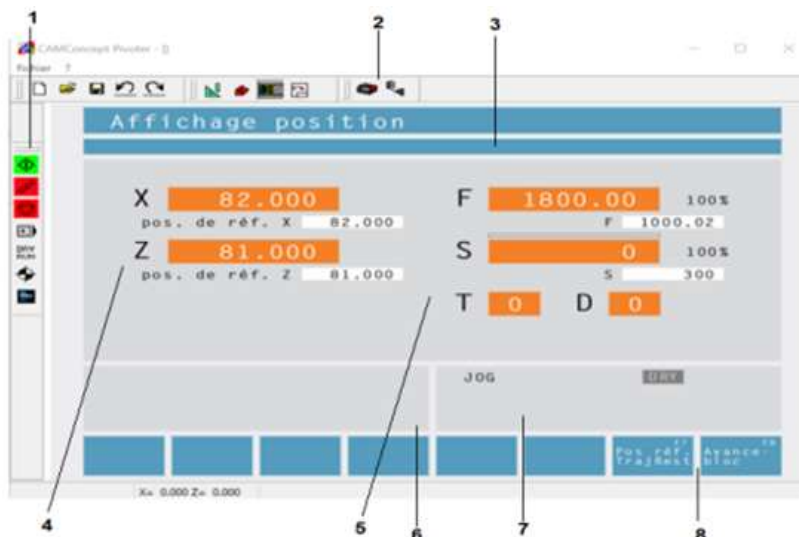
- اظهار / إخفاء الفكوك.
- اظهار / إخفاء الفرش.
- اظهار / إخفاء أداة القطع.
- اظهار / إخفاء رسائل التنبيهات.
- سرعة المحاكاة.



الشكل II. 13: نافذة الإعدادات.

II. 7. أوامر التحكم العددي CN [14]:

بالضغط على الرمز  تظهر نافذة CN الموضحة في الشكل (II. 14):



الشكل II. 14: الشاشة الافتتاحية CN.

وتحتوي على العناصر الموضحة في الجدول II. 1:

جدول II. 1: تعيين ايقونات نافذة CN [12].

القيمة الحالية لسرعة التغذية F وسرعة عمود الدوران S ورقم الأداة T ورقم المصحح D.	5	أدوات تنفيذ البرنامج.	1
قائمة دورات البرنامج.	6	ادوات NC.	2
أسلوب العمل.	7	منطقة الرسائل والانذارات.	3
ازرار وظائف برمجية NC.	8	دليل وضعية الأداة.	4




• قائمة اللواحق:

بالضغط على هذه الايقونة  تظهر الرموز التالية:

 تقدم / رجوع الذنب المضادة	 فتح / غلق الفكوك	 الدوران الأيمن لعمود الدوران	 توقف عمود الدوران	 الدوران الايسر لعمود الدوران
 تشغيل / توقف المحركات	 تدوير حامل الأدوات	 التبريد	 فتح / غلق الباب اوتوماتيكيا	 التهوية

II .8. أوامر تحضير العمل PT [14]:

بالضغط على الرمز  يتم تنشيط أوامر:

اعدادات خاصة. 	طباعة الرسومات. 	طباعة جدول الأدوات. 
---	---	---

II .9. الخاتمة:

في هذا الفصل قمنا بالتعريف ببرمجية CAMConcept وذلك بشرح الواجهتين CAO و FAO بمختلف ادواتهما قصد معرفة كيفية استخدامها والتعامل معها من طرف المستخدم لتجنب وقوع أي خلل، بالتالي مساعدتنا في القيام بعملنا التطبيقي ويتمثل في محاكاة عملية تصنيع قطعة والتي هي عبارة عن سداة مجوفة وذلك قصد توقع الخطأ قبل عملية الإنتاج بعد انجاز برنامج تصنيعها باستعمال هذه البرمجية.

الفصل الثالث:

دراسة آلة الخراطة

Emco Concept turn55

والبرمجة عليها

1.III مقدمة:

بعد التعرف على اهم المفاهيم المرتبطة بالتحكم العددي والآلات الخاضعة لهذه التقنية. مكوناتها، عيوبها ومميزاتها في الفصل الأول، نختص في هذا الفصل بدراسة أحد أنواع هذه الماكينات والذي قمنا بتقسيمه الى جزئين وهما: الجزء الاول: ونهتم فيه بالتعرف على آلة الخراطة البيداغوجية التعليمية Emco concept turn55، مكوناتها، مواصفاتها التقنية، بالإضافة الى التعرف على العمليات التي يمكن إنجازها على هذه الآلة والأدوات المستعملة في ذلك، كما سنتطرق الى محاورها والنقاط المرجعية الخاصة بها.

الجزء الثاني: ونهتم فيه بالتعرف على مفهوم البرمجة ومختلف أنواعها المتاحة على هذه الآلة، وكيف يمكن للمبرمج انجاز برنامج تشغيل وذلك بالاعتماد على التحرير المباشر للبرنامج التشغيلي وبالتالي تكون برمجة يدوية او بالتحرير الغير مباشر للبرنامج التشغيلي عن طريق الاستعانة ببرمجيات التصميم والتصنيع المدعم بالحاسب الالي CFAO وبذلك تكون برمجة الية.

الجزء الاول: التعرف على آلة الخراطة Emco concept turn55.

2.III وصف آلة الخراطة Emco concept turn55:

وهي آلة خراطة ذات تحكم عددي CNC، تعمل وفق محورين X و Z، وهي عبارة عن آلة بيداغوجية تعليمية وليست إنتاجية اما التصميم والتصنيع فيتناسب مع المعايير الصناعية، تمتاز هذه الآلة بتصميم بسيط وواضح مما يسهل على المشغلين العمل عليها وتشغيلها بسرعة [15].

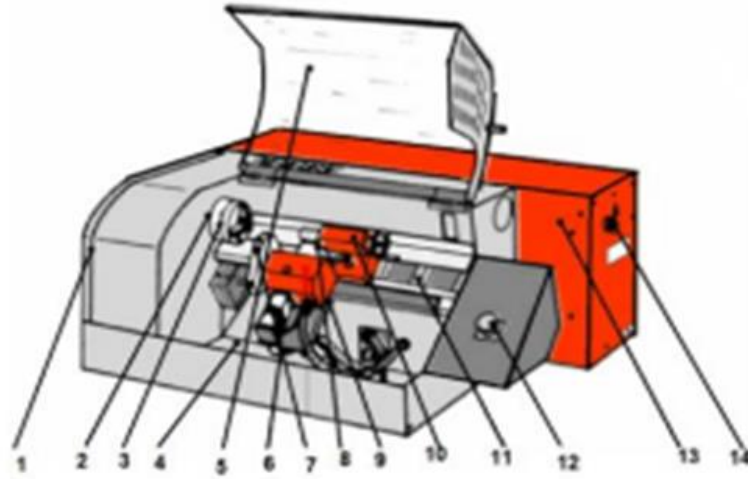
-يوضح الشكل (1.III) آلة الخراطة Emco concept turn55.



الشكل 1.III: آلة الخراطة Emco concept turn55 [16].

3.III مكونات الآلة:

-يوضح الشكل (2.III) مختلف مكونات آلة الخراطة Emco concept turn55.



الشكل III.2: مكونات آلة الخراطة Emco concept turn55 [15].

- يوضح الجدول (III.1) مكونات الآلة.

الجدول III.1: مكونات الآلة [15].

الرقم	التسمية	الرقم	التسمية
1	غطاء علبة السرعات	8	العربة العرضية
2	عمود الدوران	9	العربة الطولية
3	ظرف ثلاثي الفكوك	10	الغراب المتحرك
4	حوض	11	الهيكل
5	الواقى	12	زر التوقف الاستعجالي
6	محرك خطوة بخطوة	13	خزانة كهربائية
7	حامل الادوات	14	زر التشغيل

III.4 المواصفات التقنية للآلة :

- يوضح الجدول (III.2) الخصائص والمواصفات التقنية لآلة الخراطة Emco concept turn55.

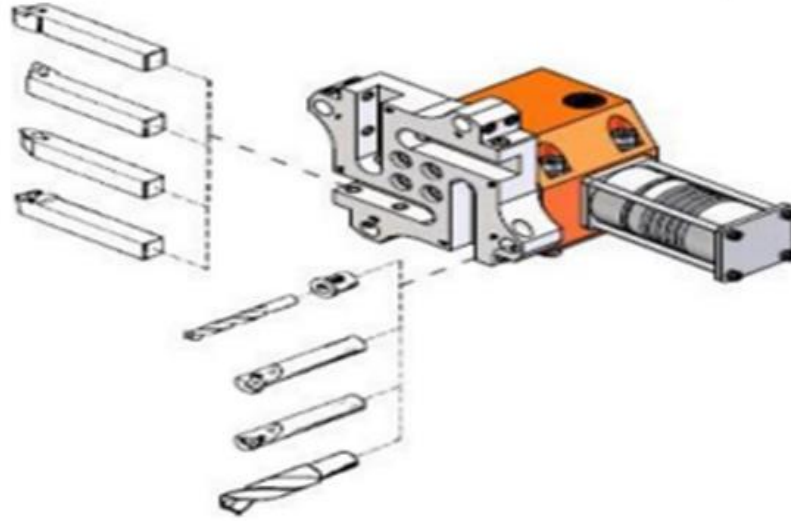
الجدول III.2: المواصفات التقنية لآلة الخراطة Emco concept turn55 [15].

	احمر، رمادي فاتح، اسود	لون الآلة
Kg	85	وزن الآلة
mm	400	ارتفاع الآلة
mm	695*840	الطول*العرض
V	230/155	الجهد الكهربائي
%	10-5+	انحرافات الجهد
Hz	60/50	التواتر
Watt	750	استطاعة المحرك الرئيسي ذو التيار المتناوب
Tr/min	120-4000	سرعة عمود الدوران
N.m	14	عزم محور الدوران الأقصى
mm	φ74	قطر الطرف
mm	48	مشوار انتقال العربة على محور X
mm	236	مشوار انتقال العربة على محور Z
m/min	2-0	سرعة العربة على Z/X
mm	215	الطول الأقصى لقطعة العمل
	8	جيوب حامل الأدوات
	4/4	تركيب الأدوات الداخلية/الخارجية
N	1000	قوة التقدم على Z/X

5.III دراسة بعض اجزاء آلة الخراطة Emco Concept turn55 [15]:

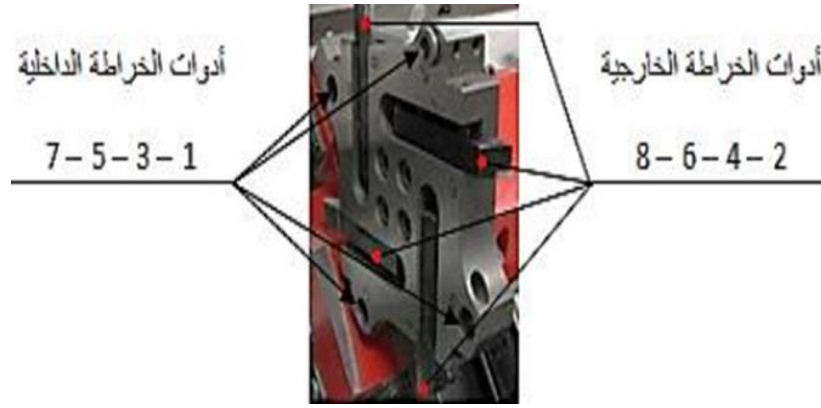
1.5.III حامل أدوات (اقلام) الخراطة:

- تركيب الأدوات على حامل الأدوات (مغير) الموضح في الشكل (3.III) والذي يحتوي على ثمانية جيوب (أربعة جيوب داخلية والآخرى خارجية) مرقمة من 1 إلى 8.



الشكل 3.III: نمط تركيب الادوات [15].

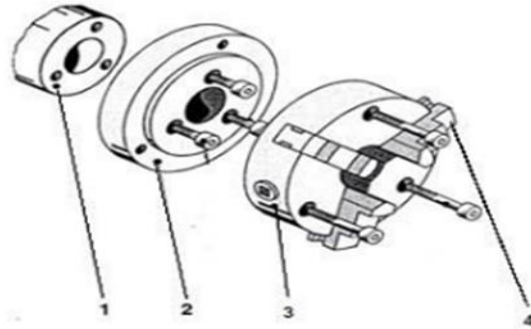
- يتم تركيب الأدوات داخل الجيوب على الحامل وفق الترتيب التالي:
- تركيب أدوات الخراطة الخارجية في الجيوب المرقمة 2-4-6-8.
- تركيب أدوات الخراطة الداخلية في الجيوب المرقمة 1-3-5-7.
- ترتيب الأدوات داخل الجيوب يكون وفق الترتيب الموجود في برمجة CAMConcept، فإذا كان ترقيم أداة الخراط هو T2 فيجب وضع هذه الأداة في الجيب 2.



الشكل III.4: كيفية تركيب الأدوات الداخلية والخارجية.

III.2.5 حامل القطعة (ظرف ثلاثي الفكوك):

- تثبت الصينية (2) على عمود الدوران (1) بواسطة ثلاثة براغي اسطوانية ذات تجويف سداسي M5*12 .
- يثبت الظرف (3) على الصينية بواسطة ثلاثة براغي اسطوانية ذات تجويف سداسي M5*35 ومنه يتم تثبيت القطعة على الظرف باستخدام الفكوك (4) كما هو موضح في الشكل (III.5).



الشكل III.5: كيفية تغير الظرف.

- يوضح الجدول (III.3) مختلف الأقطار الممكن تركيبها على الظرف:

جدول (III.3): مختلف الأقطار الممكن تركيبها على الظرف.

$d_5 \text{ min.}$	$d_6 \text{ max.}$	$d_7 \text{ min.}$	$d_8 \text{ max.}$	$d_9 \text{ max.}$	$d_{10} \text{ min.}$	$d_{11} \text{ min.}$	$d_{12} \text{ max.}$	$d_{13} \text{ max.}$
2	24	23	68	88	2	23	68	88

3.5.III لوحة المفاتيح :

-تظهر لوحة المفاتيح في الشكل (6.III):



الشكل 6.III: لوحة مفاتيح الحاسب.

-يوضح الجدول (4.III) وظائف ازرار لوحة المفاتيح:

الجدول 4.III: تعيين وظائف ازرار لوحة المفاتيح

الوظيفة	ازرار لوحة المفاتيح
اختيار المحور X	X
اختيار المحور Z	Z
برمجة سرعة التغذية	F
برمجة سرعة عمود الدوران	S
برمجة رقم الاداة	T
برمجة قيمة التصحيح D	D
تشغيل عمود الدوران	Alt B
تشغيل عمود الدوران في اتجاه معاكس	Alt B مع تأجيل طفيف
توقيف عمود الدوران	Alt V

انتقال المؤشر	
مفاتيح وظائف برمجية CAMconcept	
التأكد والدخول	
انتقال وفق المحور Z	
انتقال وفق المحور X	
تشغيل سطر بسطر (bloc a bloc)	
تخطي مرحلة او مراحل من البرنامج	
انطلاق البرنامج	
توقيف برنامج التشغيل وحذف رسائل الإنذار	
حز القيم العددية	
تخفيض النسبة المئوية لسرعة التغذية	-
زيادة النسبة المئوية لسرعة التغذية	+
تخفيض النسبة المئوية لسرعة الدوران	Ctrl -

III. 6. العمليات المنجزة على الآلة الخراطة [17]:

تسمح الآلة الخراطة بإنجاز العديد من عمليات التشغيل أهمها:

III.6.1. العمليات الخارجية :

- خراطة طولية.
- خراطة عرضية.
- خراطة أجزاء ذات سطوح منحنية.
- انجاز عنق.
- تشطيف.
- لولبة خارجية.

III.6.2 العمليات الداخلية :

- انجاز مركزة. - تنقيب. - تبييت.

- تجويف. - لولبة داخلية.

III 7. الأدوات واللقم المستعملة في الآلة الخراطة Emco Concept Turn 55 [18]:

❖ الأدوات:

في الجدول (III 5) بعض أدوات الخراطة المستعملة في الآلة:





جدول III 5: بعض أدوات الخراطة المستعملة في الآلة.

الرقم	تمثيلها	اسم الأداة
1		أداة خرط يمينية
2		أداة خرط يسارية
3		أداة خرط محايد
4		أداة تجويف
5		أداة لولبة خارجية
6		أداة لولبة داخلية
7		أداة تقطيع
8		أداة مركزة
9		أداة تنقيب

❖ نغم الخراطة:

ويمكن تسميتها براس أداة الخراطة ولها عدة اشكال حيث يوضح الجدول (III.6) بعض اللقم المستعملة في أدوات الخراطة.

جدول III.6: بعض لقم أدوات الخراطة.

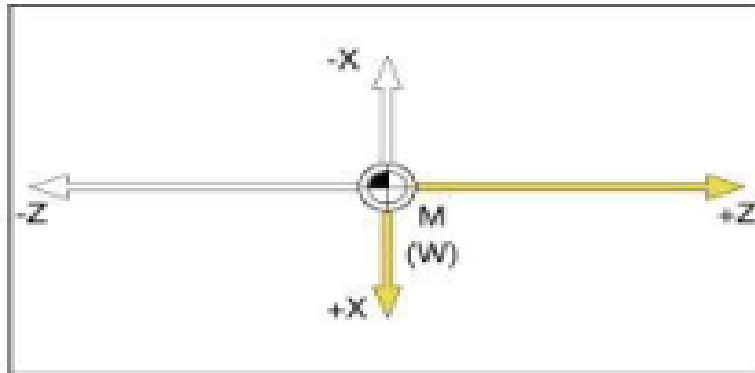
وصفها	
مجموعة صفائح معدنية صلبة من الصلب قابلة للانعكاس. مجموعة صفائح معدنية من الالمنيوم قابلة للانعكاس.	
مجموعة صفائح معدنية قابلة للولبة الخارجية الخطوة القصوى 1.5mm.	
مجموعة من الصفائح للقطع.	
مجموعة صفائح معدنية قابلة للانعكاس للولبة الداخلية 'الخطوة القصوى 1.5mm.	

III.8 محاور الآلة [19]:

في الخراطة هناك محورين رئيسيين هما:

✓ المحور (X).

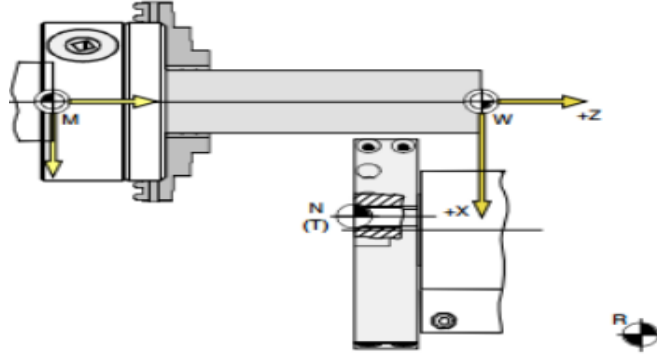
✓ المحور (Z).



الشكل III.7: محاور الآلة الخراطة.

III. 9. النقاط المرجعية للآلة [19]:

هناك 4 مراجع رئيسية على هذه الآلة كما هو موضح في الشكل الموالي:



الشكل III. 8: مراجع الآلة.

يوضح الجدول (III. 7) الموالي مراجع الآلة:

جدول III.7: مراجع الآلة [20].

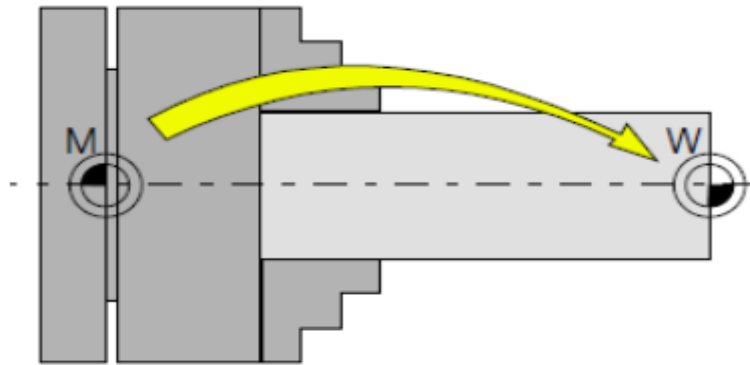
التعريف	الاسم	الرمز
هي نقطة وضعها المصنع للماكينة ولا دخل للمستخدم بها وتكون نقطة أصل المحاور منطبقة على هذه النقطة.	نقطة أصل الماكينة MACHINE ZERO POINT	 (M)
وهي نقطة موجودة داخل مساحة العمل المسموح بها وهي محددة بمفاتيح تحديد (مصدات) Limit switches	النقطة المرجعية REFERENCE POINT	 (R)
هي نقطة لبداية قياس العدة ويتم وضعها على الماكينة بواسطة المصنع للماكينة ولا دخل للمستخدم بها وتكون على وش برج العدة.	نقطة صفر العدة TOOL MOUNT REFERENCE POINT	 (T) او (N)
وهي نقطة يقوم المبرمج بأخذها في مكان مناسب حيث تنقل أصل المحاور إليها بعد ذلك ويمكن اختيار أكثر من صفر للشغلة داخل البرنامج الواحد.	نقطة صفر الشغلة WORKPIECE ZERO POINT	 (W)

III. 10 تحويل مرجع الآلة [19]:

مرجع الآلة M بعيدا عن فضاء التشغيل وغير مناسب كنقطة انطلاق البرنامج لذا يجب تحويل المرجع الى نقطة قريبة من فضاء التشغيل والآلة واعتمادها كنقطة انطلاق برنامج.

يمكن التحويل من مرجع الآلة M الى مرجع القطعة W بطريقتين:

- الالتماس (èffleurement).
- نقل الاحداثيات (trans-coordonnées).



الشكل III 9: تحويل مرجع الآلة.

الجزء الثاني: البرمجة على الآلة الخراطة Emco concept turn55.

III. 11 تعريف البرمجة:

البرمجة هي لغة الآلات الـ CNC، وهي عبارة عن وثيقة مختصة بتخطيط وترتيب العمليات المطلوب إجراؤها بواسطة الماكينة للحصول على القطعة المراد إنجازها، يشترط على الشخص الذي يقوم بهذه العملية ان تكون له معرفة بالرموز الدالة على كل عملية بالإضافة الى معرفته بتقنية عمليات التشغيل المختلفة للحصول على برنامج دون أخطاء، يمكننا ان نصنف نوعية المعلومات التي يحتويها هذا البرنامج الى ثلاثة أنواع كما يلي:

- معلومات خاصة بقطعة الشغل واداة القطع من حيث الموقع الاتجاه ومقدار الازاحة.
- معلومات خاصة بالسرعات: كسرعة القطع، سرعة التغذية.
- معلومات متنوعة ضرورية لتوفير بيانات متكاملة وشاملة مثل: اختيار أداة القطع بما في ذلك الدورات المناسبة، وسوائل التبريد..... [5].

III. 12. طرق البرمجة:

ينجز المبرمج برامج التشغيل بإحدى الطرق التالية:

◀ الإعداد المباشر للبرنامج التشغيلي:

باستعمال مختلف الوظائف التحضيرية والتكميلية G/M وتكون كتابته:

- على لوحة مفاتيح الآلة.

- أو على حاسوب منفصل ويتم ادراج البرنامج في الآلة في هذه الحالة بواسطة اللوحق (القرص المرن، خط الشبكة RS232)

◀ الإعداد الغير مباشر للبرنامج التشغيلي:

عن طريق الاستعانة ببرمجيات التصميم والتصنيع المدعم بالحاسوب الآلي CFAO من بينها:

- الأسلوب الحوارى (Mode conversationnel).

- الأسلوب الهندسى للجانبية (Programmation Géométrique de profil) [21].

III.12.1 التحرير المباشر للبرنامج التشغيلي (G/M Code) [22]:

من أكثر لغة البرمجة شيوعا، تبدأ بالحرف G يليه أحرف أخرى تمثل أوامر مختلفة، مكونة بذلك سطر البرنامج (Block) والذي يتكون من قسمين:

- الدوال - الاحداثيات.

- البيانات التكنولوجية.

فيما يلي مثال لتكوين سطر في البرنامج:

N20 G01 X20 Z40 F0.15 S800 T0202 M04

الدوال والاحداثيات

البيانات التكنولوجية

- نوضح في الجدول (III.8) شرح الاحرف المكونة لسطر البرنامج:

الجدول 8.III: دلالة الحروف المكونة لسطر البرنامج.

الحروف	الدلالة
N	رقم سطر البرنامج
G	وظيفة تحضيرية
M	وظيفة تكميلية
X	انتقال حسب X
Z	انتقال حسب Z
R	نصف القطر الذي تصنعه الآلة
T	رقم الاداة
D	معامل تصحيح الاداة
S	سرعة عمود الدوران
F	سرعات التغذية

ملاحظة:

نلاحظ انه بالنسبة للأداة يمكن ان تتكون من سلسلة الأرقام من خانتين او أربع خانات، فالرقمان الاوليان يحددان رقم الأداة اما الرقمان الاخران فيحددان معامل تصحيح الأداة.

1.1.12.III الوظائف التحضيرية (G code) [23] :

-نوضح في الجدول (9.III) اهم الوظائف التحضيرية في برمجة المخارط وفقا لنظام ISO:

الجدول III.9: اهم الوظائف التحضيرية (G code).

الوظائف	التعيين
G00	انتقال سريع للأداة دون تشغيل
G01	انتقال خطي للأداة مع التشغيل
G02	انتقال دائري في اتجاه عقارب الساعة
G03	انتقال دائري عكس عقارب الساعة
G04	توقيف مؤقت
G20	البرمجة بإحداثيات قطبية
G21	البرمجة بإحداثيات كارتيزية
G22	البرمجة بإحداثيات اسطوانية
G23	انتقال دائري محدد بثلاث نقط
G33	دورة اللولبة
G40	الغاء تكملة نصف القطر
G41	تكملة نصف القطر للقلم اليساري
G42	تكملة نصف القطر للقلم اليميني
G64	دورة التشطيب المحوري
G65	دورة انجاز عنق
G70	البرمجة بالانش
G71	البرمجة بالميلتر

الغاء الدورات	G80
دورة انجاز مركزة	G81
دورة انجاز ثقب	G83
دورة انجاز لولبة داخلية	G84
دورة تجويف	G85
البرمجة المطلقة	G90
البرمجة النسبية	G91
تحديد سرعة الظرف	G92
التغذية بالملمتر افي الدقيقة	G94
التغذية بالملمتر في الدورة	G95
سرعة القطع ثابتة متر في الدقيقة	G96
سرعة دوران الظرف دورة في الدقيقة	G97

III 2.1.12. الوظائف التكميلية (M code) [23]:

-نوضح في الجدول (10.III) اهم الوظائف التكميلية وفقا لنظام ISO :

الجدول 10. III : اهم الوظائف التكميلية (M code).

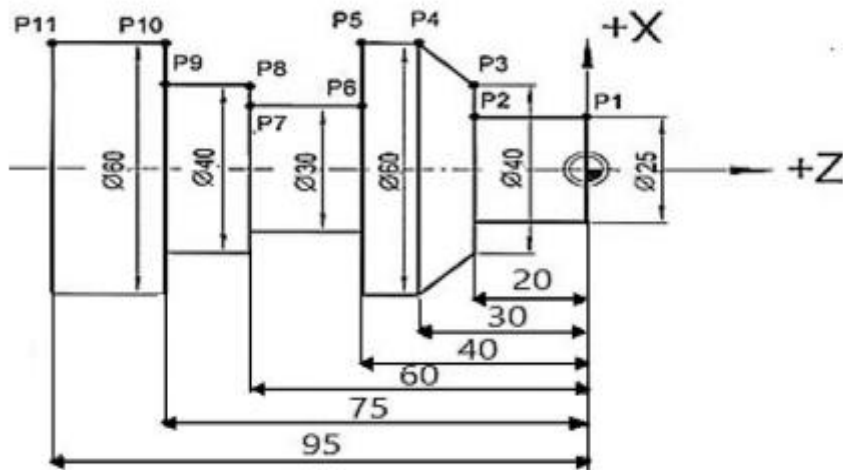
الوظائف	التعيين
M00	توقيف البرنامج مؤقتا
M01	توقيف البرنامج اختياريا
M02	انتهاء البرنامج
M03	دوران الظرف في اتجاه عقارب الساعة

M04	دوران الظرف عكس عقارب الساعة
M05	توقيف الظرف
M06	تغيير الاداة
M07	تشغيل سائل التبريد
M08	إيقاف سائل التبريد
M30	نهاية البرنامج الرئيسي

◀ أنواع البرمجة:

ل برمجة مطلقة G90 [22]:

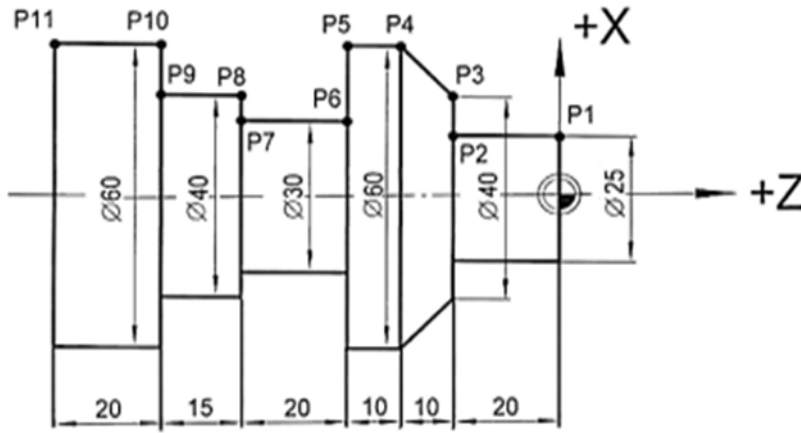
وفي هذا النوع من البرمجة تسند الابعاد دائما الى صفر القطعة، وتكتب قيمة البعد على المحور X دائما على هيئة قطر كامل Φ كما هو مبين في الشكل (10.III).



الشكل 10.III: مثال للبرمجة المطلقة G90.

ل برمجة نسبية G91 [22]:

وفي هذا النوع من البرمجة تسند الأبعاد إلى آخر نقطة كانت عليها أداة القطع، وتكتب قيمة البعد على المحور X دائما على هيئة نصف القطر R كما هو مبين في الشكل (11.III).



الشكل 11.III: مثال للبرمجة النسبية G91.

III.12.2 التحرير الغير مباشر للبرنامج التشغيلي:

III.12.1 الحوار المباشر مع الآلة :

هذه طريقة تستعمل في برمجة الآلات CNC، يتم فيها إعطاء أوامر الإدخال مباشرة إلى الآلة وذلك بالتناوب معها مباشرة بواسطة مشغلين مختصين مما يسمح لهم بإنجاز برنامج في أقل وقت دون الحاجة إلى استخدام لغة مشفرة، تتم هذه الطريقة باستعمال بعض البرمجيات مثل برمجية EasyCycle، وتحتوي هذه الطريقة على مجموعة من الدورات بحيث يتعين على المبرمج إدخال بعض المعلومات كسرور القطع (سرعة الدوران، سرعة التغذية، عمق التمريرة.....) مع اختيار الأدوات المناسبة.

يسمح هذا النوع من البرمجة من التأكد من صحة البرنامج والتحقق مما إذا كان يحتوي على أخطاء ومعلومات ناقصة وذلك من خلال إجراء محاكاة تسمح للمشغل بمشاهدة نتيجة برمجته، أما في حالة وجود خطأ فإنه يقدم تحذيراً للمشغل محدد المشكلة ويقدم المساعدة حتى يتمكن من حلها [24].

III. 2.2.12. رسم جانبية القطعة:

هي الاعداد الغير مباشر لبرنامج التشغيل، تتيح للمشغل انتاج نماذج ثنائية او ثلاثية الابعاد للقطع المراد تصنيعها، تساعد هذه التقنية على التنبؤ بالأخطاء قبل عملية التصنيع، مما يؤدي الى تحسين جودة المنتجات وتبسيط خطط التصنيع الازمة.

تتم هذه الطريقة بإعداد نماذج هندسية بدقة مباشرة على شاشة الآلة عبر مرحلتين اساسيتين:

•مرحلة التصميم: اين يتم رسم جانبية القطعة كخطوة أولى باستعمال أدوات التصميم بالحاسب.

•مرحلة التصنيع: وهي الخطوة التي تلي مرحلة التصميم، يتم فيها اختيار أدوات القطع وانشاء مسارات أدوات التشغيل من خلال اختيار الدورات المناسبة التي سوف تتبعها الأداة اثناء عملية التشغيل مع تحديد سرعة القطع وسرعة التغذية، وفي الأخير يتم اجراء محاكاة لفحص إذا كان النموذج يحتوي على أخطاء قد تؤثر على عملية التصنيع، ليترجم هذا الرسم الى تعليمات برمجية (G-code) يتم نقلها الى الآلة من اجل تنفيذها وتحويل القطعة الخامة الى المنتج المراد تصنيعه [25].

ومن البرامج التي تدعم نظام التصميم والتصنيع بالحاسب CFAO نجد برمجية CAMConcept والتي عرفناها في الفصل الثاني بكل تفاصيلها.

III. 13. الخاتمة :

تعد البرمجة على الآلات التحكم العددي مجالاً مهماً لتطور الصناعة والتكنولوجيا، فبعد حديثنا على احدى اهم هذه الآلات وهي الآلة الخراطة EMCO concept turn55 من خلال معرفة مكوناتها، خصائصها التقنية طرق البرمجة عليها بذلك نكون قد استكملنا فصلنا الثالث بمعلومات كافية استعداداً للجزء التطبيقي والذي سنتطرق اليه في الفصل الرابع.

الفصل الرابع:

الجزء التطبيقي

انجاز برنامج تشغيلي لسدادة مجوفة
ومحاكاة تصنيعها.

IV. 1. مقدمة :

هذا الفصل هو عبارة عن عمل تطبيقي يتمثل في محاكاة عملية تصنيع سدادة مجوفة وذلك قصد توقع الخطأ قبل عملية الإنتاج بعد انجاز برنامج تصنيعها باستعمال برمجية CAMConcept ليتم نقله بعد ذلك الى الة الخراطة Emco Concept turn55 لتنفيذه، حيث قمنا باتباع طريقتين وهما:

-الطريقة الاولى: تمثلت في البرمجة عن طريق رسم جانبية القطعة بداية بمرحلة التصميم CAO، ثم مرحلة التصنيع FAO ، وصولا للمحاكاة لمعرفة مدى صحة طريقة التصنيع و التنبؤ بالاطءاء. ليتم في الأخير معالجة وتحويل هذه المراحل الى تعليمات برمجية حسب النظام ISO .

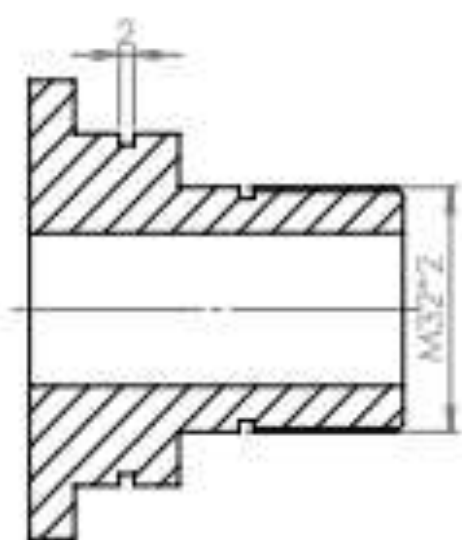
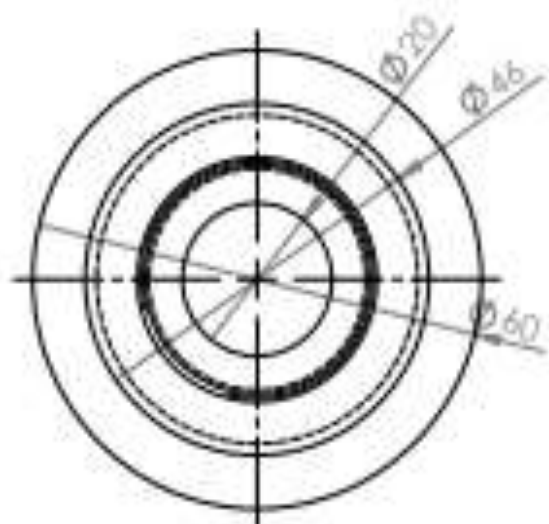
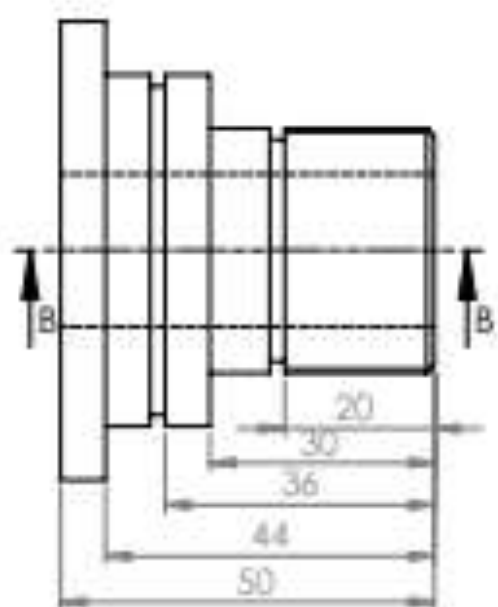
-الطريقة الثانية: وتمثلت في البرمجة عن طريق كتابة البرنامج لنفس القطعة باستعمال بعض من الوظائف التحضيرية و التكميلية (G/M code) من خلال نافذة للتحريير المباشر وذلك على نفس البرمجية.
-الغرض من استعمال هاتين الطريقتين هو معرفة الطريقة الأمثل للتصنيع من خلال المقارنة بينهما.

IV. 2. تقديم المنتج :

المنتج المعني بالدراسة عبارة عن سدادة مجوفة ممثلة في الرسم التعريفي في الصفحة الموالية .

IV. 3. دفتر الشروط :

- نريد انجاز 600 قطعة شهريا، لمدة خمس سنوات.
- القطعة حصل عليها عن طرق الحدادة بالقالب.
- مادة صنعها [AL CU 4Mg] EN AW – 2017.
- الورشة مجهزة بالالات صناعية للعمل بسلسلة صغيرة ، متوسطة الى كبيرة تحتوي على الات خراطة و تقريز ذات تحكم عددي CNC.
- يجب ان يستجيب المنتج للمتطلبات التالية:
-التكلفة المنخفضة.
-دقة في التصنيع .



COUPE B-B



<p>ECHELLE 1/1</p>	<p>ENSET SIKDA</p>	<p>Rahal+Kahlouchi</p>
	<p>Bouchon creux</p>	<p>23/04/2025</p>
<p>Format A4</p>		<p>EN AW-2017 (Al Cu 4Mg)</p>

4.IV. التسلسل المنطقي للصنع :

يعطى التسلسل المنطقي لتصنيع السدادة المجوفة في الجدول 1.IV:

الجدول 1.IV: التسلسل المنطقي لتصنيع السدادة المجوفة.

المرحلة	العمليات	المنصب
100	مراقبة الخام	مخبر المراقبة
200	خراطة داخلية و خارجية	الة الخراطة CNC
300	مراقبة نهائية	مخبر المراقبة

5.IV. مراحل تصنيع القطعة :

نزيد انجاز المرحلة 200 و المتمثلة في الخراطة الداخلية والخارجية حيث تتم وفق العمليات التالية :

❖ الخراطة الداخلية :

- مركزة .
- تنقيب.

❖ الخراطة الخارجية :

- التسوية.
- خراطة طولية.
- تعنيق .
- لولية خارجية .
- القص.

6.IV طرق انجاز برنامج التصنيع :

في عملنا هذا اخترنا طريقتين مختلفتين لانجاز برنامج تصنيع السدادة المجوفة :

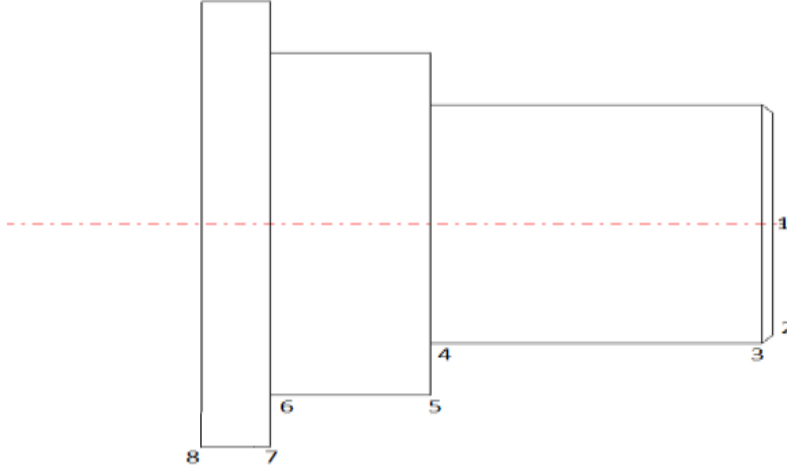
6.IV.1. الطريقة الأولى : البرمجية عن طريق تحديد المسار باستعمال CAM Concept :

هذه الطريقة التي تعتمد على رسم جانبية القطعة حيث تمر بأربعة مراحل أساسية :

- مرحلة التصميم CAO.
- مرحلة التصنيع FAO.
- المحاكاة.
- اصدار البرنامج.

1.1.6.IV .مرحلة التصميم CAO :

تتمثل في رسم جانبية القطعة والذي يمثل مسار الأداة عن طريق استخراج احداثيات النقاط المكونة للمسار انطلاقا من مرجع القطعة وفق المحورين X و Z كما هو موضح في الشكل 1.IV.




الشكل 1.IV: تعيين نقاط المسار.

يوضح الجدول 2.IV قيم احداثيات المسار:

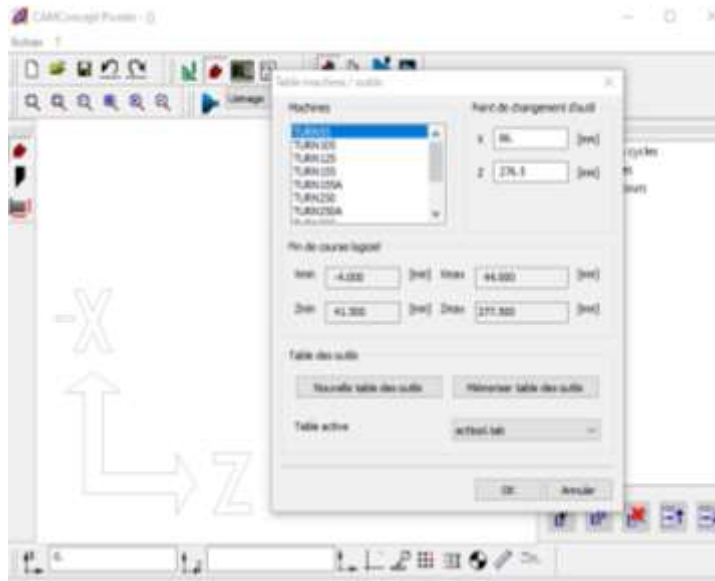
الجدول 2. IV : تعيين احداثيات نقاط المسار.

النقطة	1	2	3	4	5	6	7	8
X	0	30	32	32	46	46	60	60
Z	-2	-2	-3	-32	-32	-46	-46	-52

قبل البدء في مرحلة التصميم CAO ننقر على الايقونة  وذلك من اجل:

1. ضبط الالة:

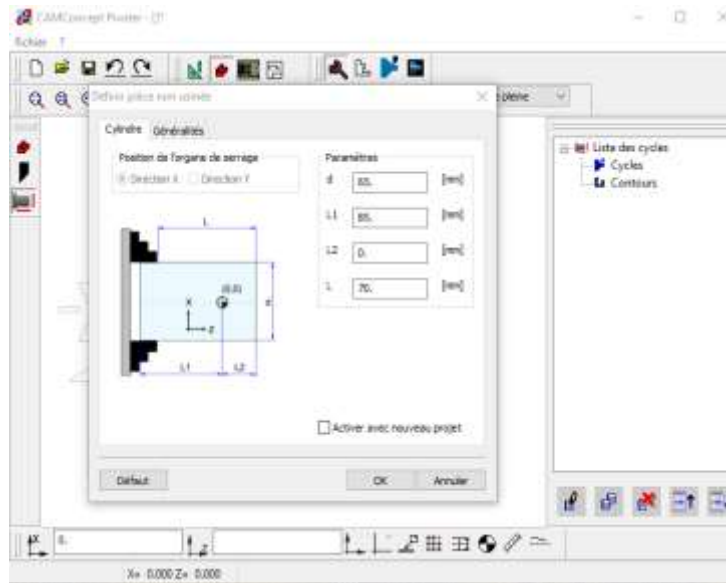
نقوم باختيار الالة TURN55 من خلال النافذة الموضحة في الشكل 2.IV.





الشكل IV.2: نافذة اختيار الآلة.

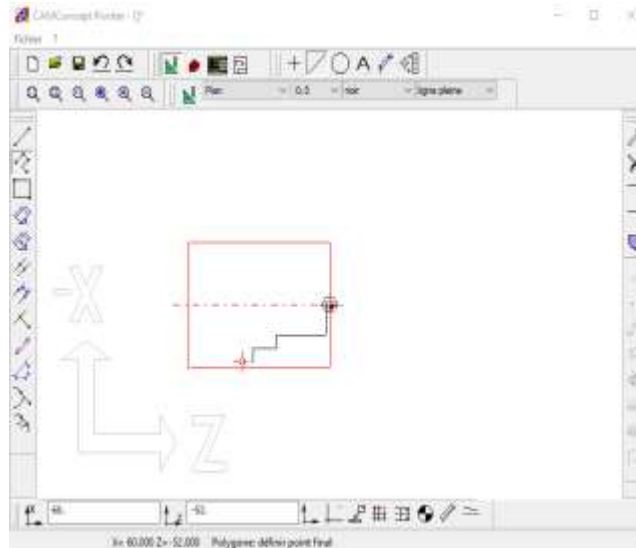
2. ضبط الخام:

- ابعاد الخام هي ابعاد القطعة قبل تشغيلها وهي: $\varnothing = 65\text{mm}$ ، $L_1 = 85\text{mm}$ ، $L_2 = 0\text{mm}$ ، $L = 70\text{mm}$.




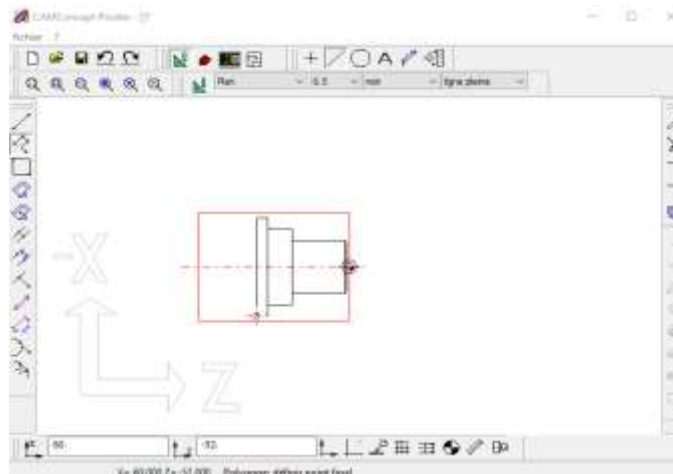
الشكل IV.3: ضبط ابعاد الخام.

- ابدأ عملية التصميم نضغط على الأيقونة  ثم نقر على أيقونة رسم المضلع  ونقوم بإدخال الأحداثيات الواحدة تلو الأخرى الى ان نتحصل على المسار الموضح في الشكل IV.4.




الشكل 4.IV: رسم جانبية القطعة (المسار).

-ويمكن اظهار تناظر جانبية القطعة بالنسبة لمحورها بالضغط على  كما هو يوضحه الشكل 5.IV.



الشكل 5.IV: تناظر جانبية القطعة.

2.1.6.IV. مرحلة التصنيع FAO:

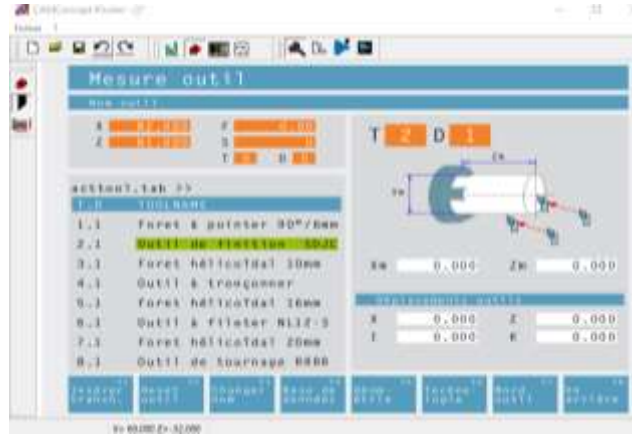
بعد الانتهاء من مرحلة التصميم ننتقل الى مرحلة التصنيع FAO بالضغط على الايقونة  والتي تشمل المراحل التالية:

1. ضبط أدوات القطع:

نختار نوع أدوات القطع وموقعها في حامل الأدوات حسب عمليات الخراطة التي سنقوم بها، ففي الخراطة الخارجية نضع الأدوات الخاصة بها في الجيوب الزوجية والخراطة الداخلية في الجيوب الفردية حيث:


- أداة مركزة تحمل رقم T1.
- أداة تسوية وخرط طولي تحمل رقم T2.
- متقاب ذو قطر 10mm يحمل رقم T3.
- أداة عنق تحمل رقم T4.
- متقاب ذو القطر 16mm يحمل رقم T5.
- أداة لولبية خارجية تحمل رقم T6.
- متقاب ذو قطر 20mm يحمل رقم T7.
- أداة قص تحمل رقم T8.

فتظهر واجهة الأدوات كما هو مبين في الشكل 6.1V:




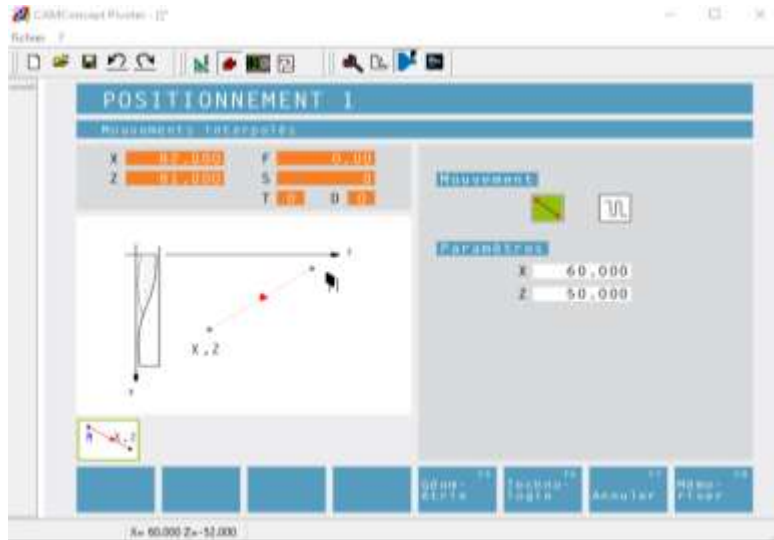
الشكل 6.1V: نافذة اختيار أدوات القطع.

2. تحديد الدورات:

بالنقر على ايقونة الدورات  نقوم باختيار الدورات اللازمة لتصنيع السدادة المجوفة، وذلك حسب التسلسل المنطقي لعمليات التصنيع التالية:

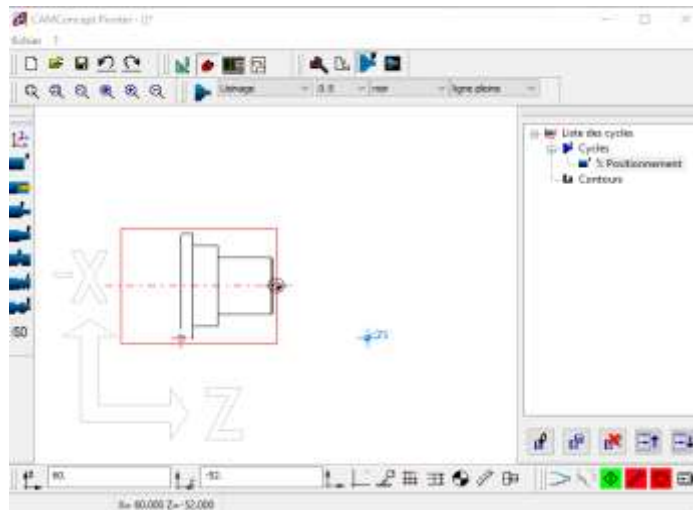
• تموضع الأداة:

قبل بداية التشغيل نقوم باختيار نقطة تموضع الأداة بالضغط على الايقونة  ونقوم بإدخال احداثيات هذه النقطة وهي: X=60mm و Z=50mm فتظهر نافذة التموضع كما هو مبين في الشكل 7.1V.



الشكل 7. IV: نافذة تموضع الأداة.

نقوم بحفظ المعلومات بالضغط على *mémoriser* او على F8 فتظهر نقطة تموضع الأداة كما هو موضح في الشكل 8. IV.



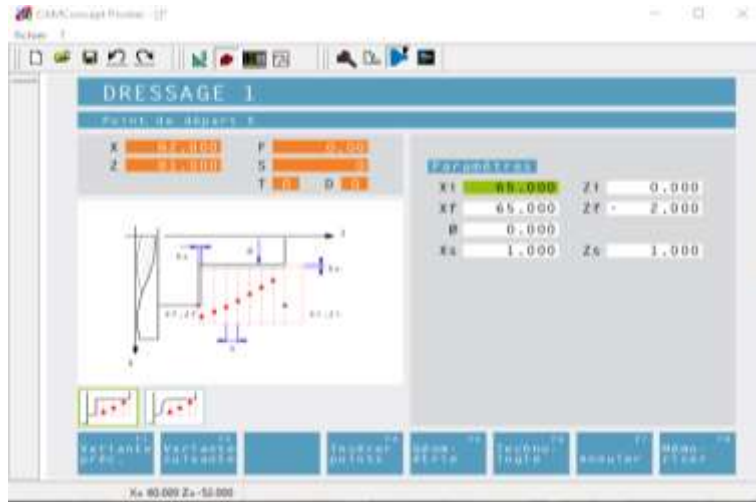
الشكل 8. IV: نقطة تموضع الأداة.

ملاحظة: بعد الانتهاء من كل عملية تشغيل يجب إعادة ادراج نفس قيم تموضع الأداة.

• عملية التسوية:

من اجل القيام بهذه العملية نضغط على دورة التسوية من قائمة الدورات فتظهر لنا نافذة

البيانات الهندسية الموضحة في الشكل 9. IV.



الشكل 9.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التسوية.

قبل القيام بملء نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التسوية والمتمثلة في اختيار الأداة وشروط القطع نقوم أولاً بـ:

❖ تحديد سرعة القطع والتغذية:

انطلاقاً من دليل الآلة EMCO Turn55 المعطى من طرف المصنع نستخرج قيمة سرعة القطع والتغذية المتعلقة بمادة القطعة [15].

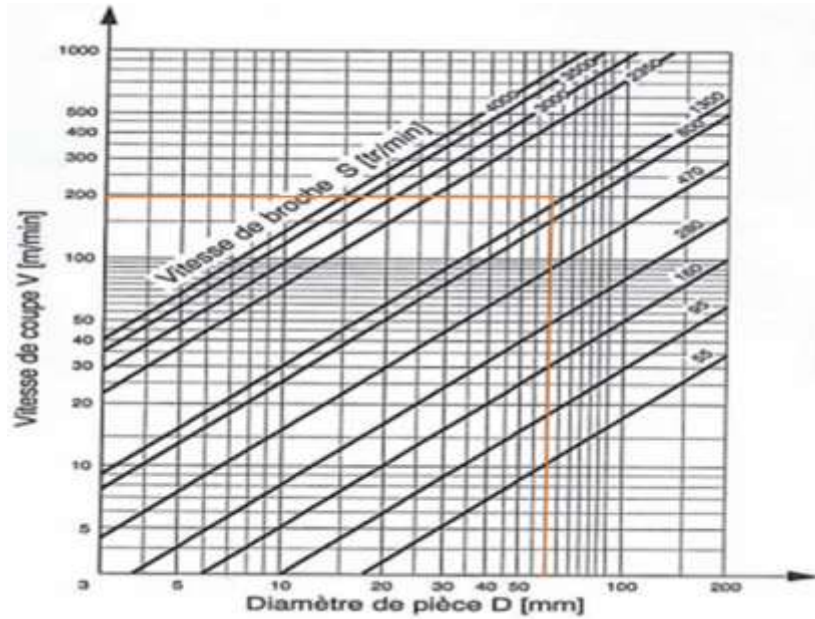
Vitesse de coupe pour exercices de programmation sur l'EMCO PC TURN 55-II:

Matériau de la pièce: ..Aluminium de décolletage
 Outil de tournage: Métal dur
 Vitesse de coupe-Tournage 150-200 m/min
 Vitesse de coupe-Tronçonnage 60-80 m/min
 Avance-Tournage: 0,02-0,1 mm/tr
 Avance-Tronçonnage: 0,01-0,02 mm/tr

ومنّه نأخذ: $F=0.1\text{mm/tr}$, $V_c=200\text{m/min}$ ونستعمل هذه القيم في عمليات التسوية والخرط الطولي.

❖ تحديد سرعة الدوران:

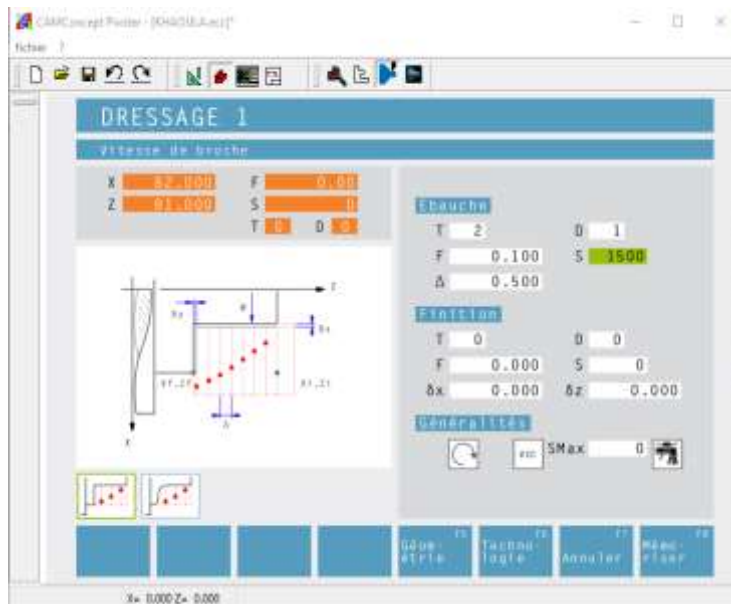
انطلاقاً من تقاطع قطر الخامة ($\varnothing=65\text{mm}$) مع سرعة القطع $V_c=200\text{m/min}$ كما هو موضح في المنحنى 10.IV.





الشكل 10. IV: منحنى تحديد سرعة الدوران.

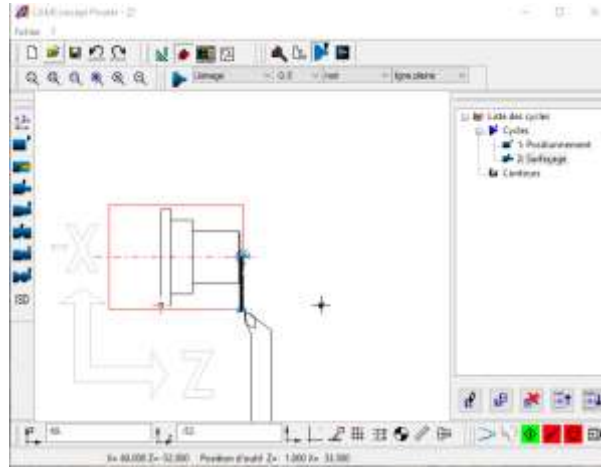
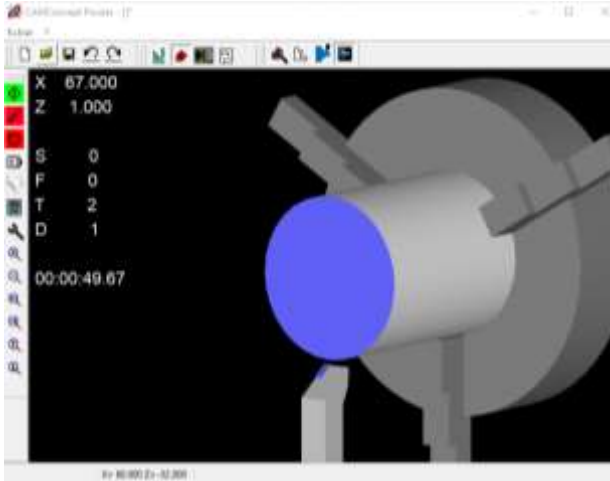
-ومنه فان قيمة سرعة الدوران تقدر ب: $S=1500\text{tr/min}$

-انطلاقا من القيم المحصل نقوم بملء نافذة البيانات التكنولوجية كما هو موضح في الشكل 11. IV.



الشكل 11. IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التسوية.



بعد الضغط على mémoriser او على F8 تظهر لنا الواجهة المبينة في الشكل 12.1V حيث يمكننا التأكد من عمل الأداة وعدم وجود أي خطأ من خلال اجراء محاكاة ثنائية الابعاد لهذه العملية بالضغط على الايقونة  . كما يمكننا انجاز محاكاة ثلاثية الابعاد بالضغط على الايقونة  كما هو موضح في الشكل 13.1V.

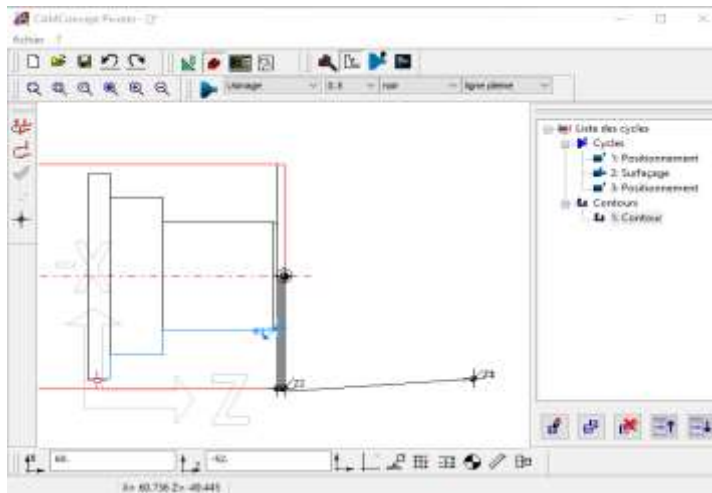


الشكل 13.1V: محاكاة ثلاثية الابعاد للتسوية.


الشكل 12.1V: محاكاة ثنائية الابعاد لعملية التسوية.

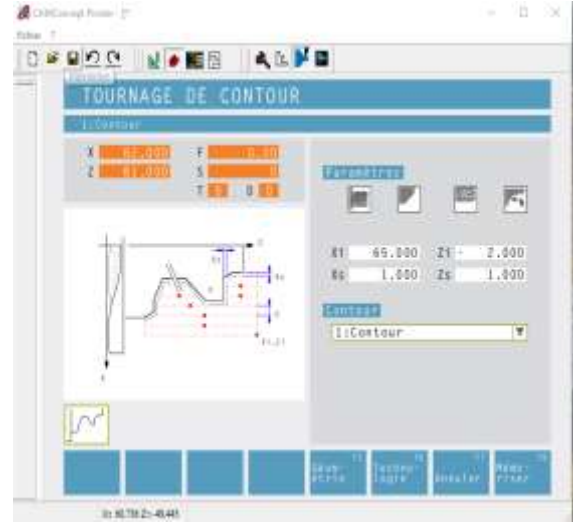
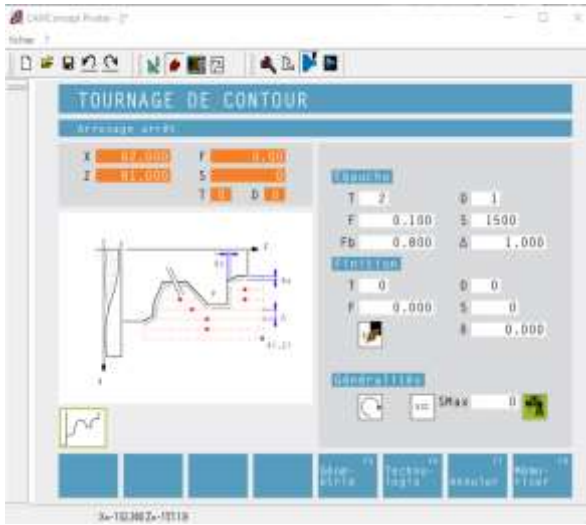
• عملية الخراطة الطولية:

بالضغط على الايقونة  واختيار  نقوم بتحديد نوع المسار المراد تشغيله على القطعة فيتغير لون الجانبية الى اللون الأزرق وبالضغط على موافق نلاحظ تسجيله على شجرة الانشاء.



الشكل 14.1V: تحديد المسار.

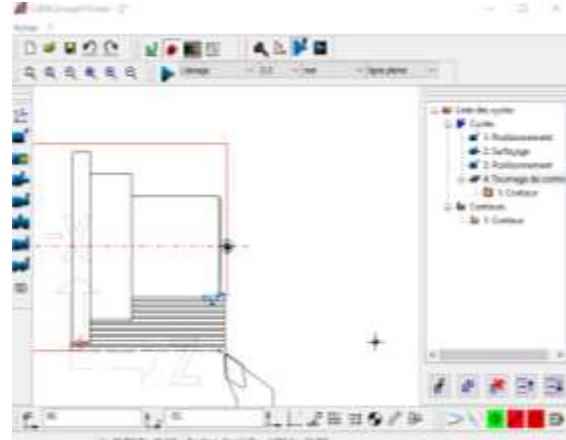
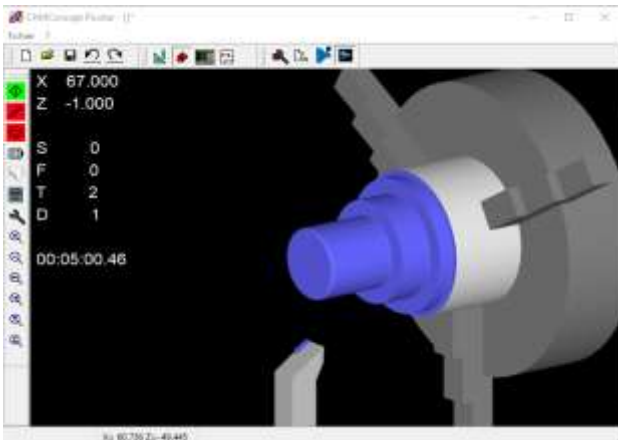
نختار من قائمة الدورات خراطة المسار بالضغط على الايقونة  فتظهر لنا نافذة لملئ البيانات الهندسية للعملية كما هو موضح في الشكل 15.1V ونافذة لملئ البيانات التكنولوجية كما يوضحه الشكل 16.1V.



الشكل 16. IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية الخراطة الطولية.

الشكل 15. IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية الخراطة الطولية.



يوضح الشكل 17. IV محاكاة ثنائية الابعاد لعملية الخراطة الطولية، ويوضح الشكل 18. IV محاكاة ثلاثية الابعاد لنفس العملية.



الشكل 18. IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية الخراطة الطولية.

الشكل 17. IV: محاكاة ثنائية الابعاد لعملية الخراطة الطولية.

• عملية التعنيق:

من خلال الرسم التعريفي للسدادة المجوفة نلاحظ وجود عنقين ومن اجل القيام بعملية التعنيق ننقر على دورة عنق /قص  ثم نختار عنق .

قبل ملئ نافذة البيانات الهندسية والتكنولوجية لعمليتي التعنيق نقوم بتحديد ما يلي:

❖ سرعة القطع والتغذية:

بالاعتماد على دليل الآلة والمنحنيات المرفقة يتم اختيار سرعة القطع والتغذية كما يلي:

- سرعة القطع تكون في المجال 60-80 m/min اذن نختار $Vc=80m/min$.

- اما التغذية فهي محصورة بين 0.01-0.02 mm/tr. اذن نختار $F=0.02mm/tr$.

❖ سرعة الدوران:

باستغلال تقاطع سرعة القطع Vc مع قطر الخامة (65mm) وذلك حسب المنحنى الموضح في الشكل 10.1V،

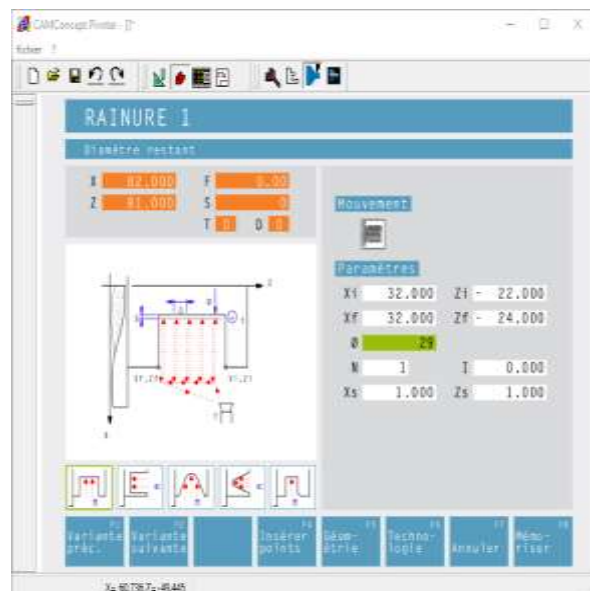
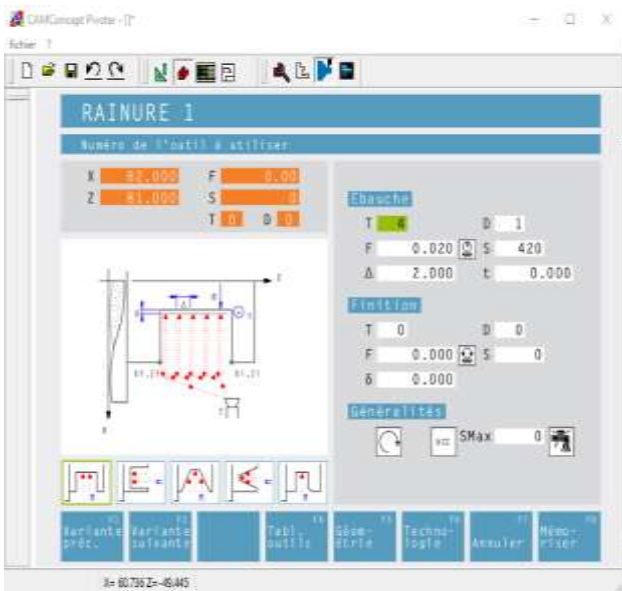
تكون سرعة الدوران $S=420tr/min$.

➤ ادراج القيم الخاصة بعملية التعنيق الاولى:

احداثيات نقطة بداية العنق (32,-22) واحداثيات نهاية العنق (32,-24)، قطر العنق (29mm).

-لننتقل بعدها الى ملئ البيانات الهندسية كما هو موضح في الشكل 19.1V والبيانات التكنولوجية الخاصة بهذه

العملية كما هو موضح في الشكل 20.1V:



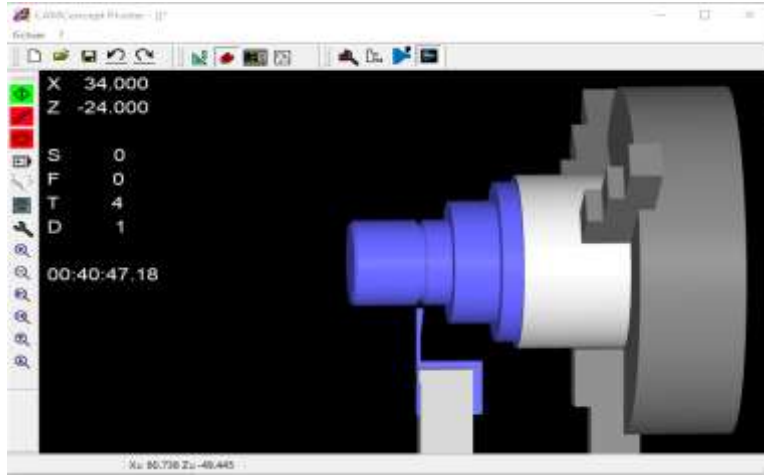
الشكل 20.1V: نافذة البيانات التكنولوجية

لعملية التعنيق الأولى.

الشكل 19.1V: نافذة البيانات الهندسية

لعملية التعنيق الأولى.

تظهر العنق الأولى المنجزة من خلال المحاكاة ثلاثية الابعاد كما هو موضح في الشكل 21.1V:

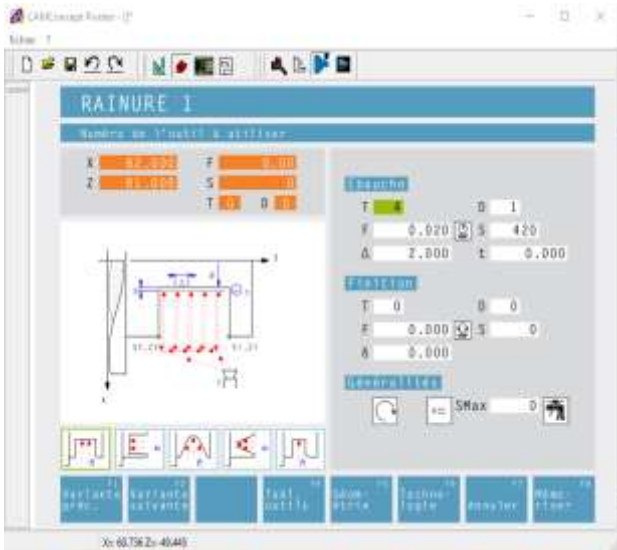


الشكل 21.1V: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية التعنيق الأولى.

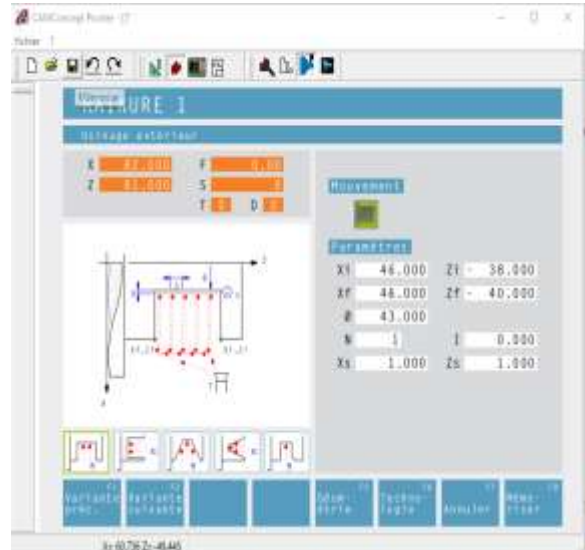
➤ إدراج القيم الخاصة بعملية التعنيق الثانية:

احداثيات نقطة بداية العنق (-38, 46) واحداثيات نهاية العنق (-40, 46)، قطر العنق (43mm).

نقوم بملء نافذة البيانات الهندسية كما هو موضح في الشكل 22.1V والبيانات التكنولوجية كما هو موضح في الشكل 23.1V.

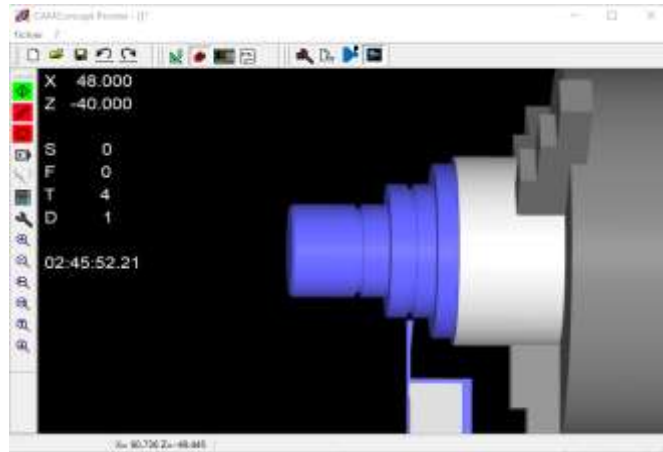


الشكل 23.1V: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التعنيق الثانية.



الشكل 22.1V: نافذة البيانات الهندسية لعملية التعنيق الثانية.

-ومنه فان المحاكاة ثلاثية الابعاد لعملية التعنيق الثانية موضحة في الشكل 24.1V:



الشكل 24.1V: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية التعنيق الثانية.

• عملية اللولبة الخارجية:

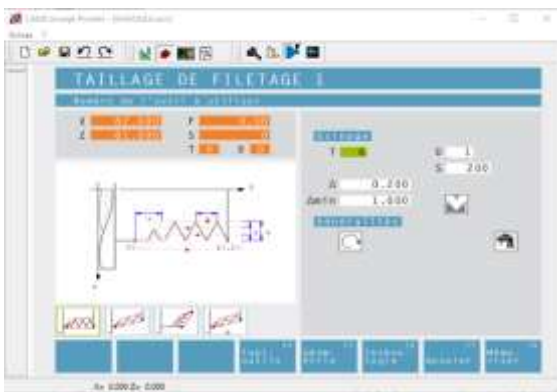
بالضغط على ايقونة اللولبة ثم نختار: اللولبة الخارجية ثم نقوم بإدخال الاحداثيات الخاصة بهذه العملية حيث:

- خطوة اللولبة: $P=2mm$.

بعد اختيار سرعة الدوران بنفس الطريقة التي اعتمدها في العمليات السابقة نقوم بملئ نافذة البيانات الهندسية

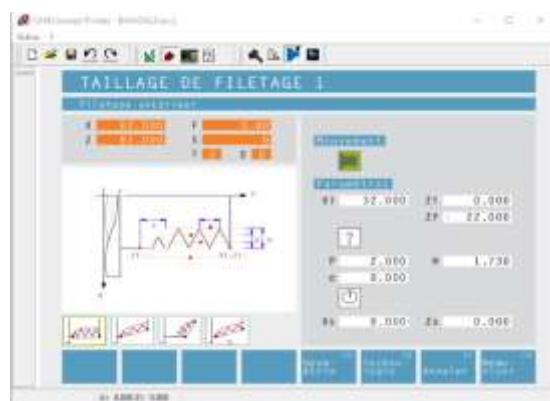
كما هو موضح في الشكل 25.1V ونافذة البيانات التكنولوجية لعملية اللولبة الخارجية كما هو موضح في

الشكل 26.1V:



الشكل 26.1V: نافذة البيانات التكنولوجية

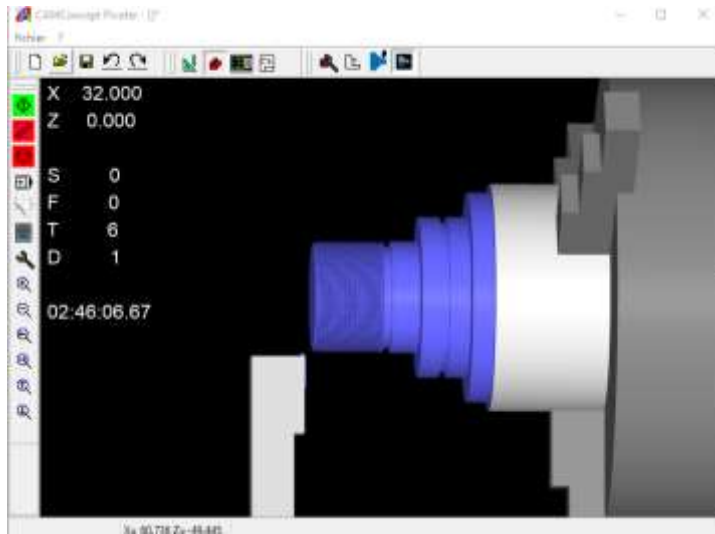
لعملية اللولبة الخارجية.



الشكل 25.1V: نافذة البيانات الهندسية

لعملية اللولبة الخارجية.

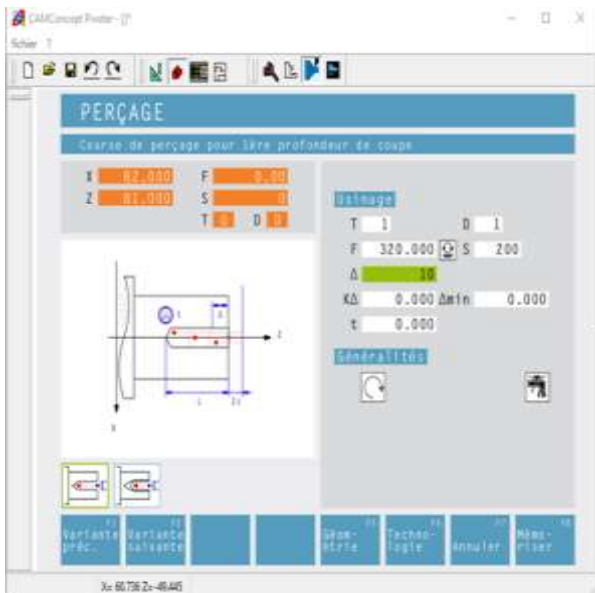
-ومنه فان المحاكاة ثلاثية الابعاد لعملية اللولبة الخارجية موضحة في الشكل 27.IV:



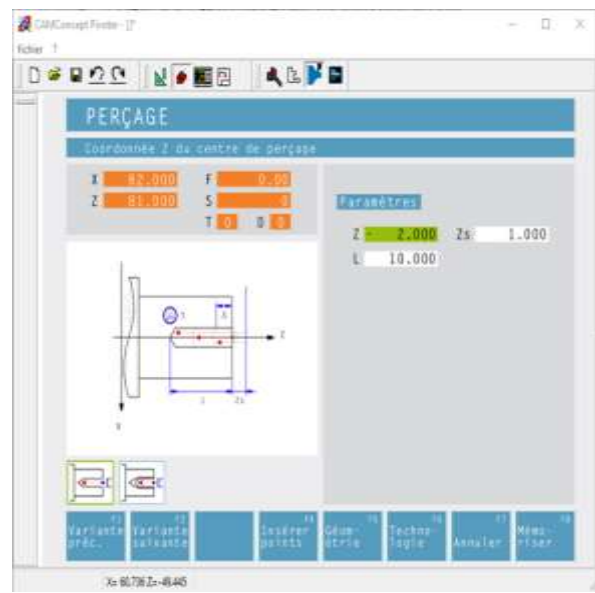
الشكل 27.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية اللولبة الخارجية.

• عملية المركزة:

كي لا ينحرف المثقاب اثناء عملية الثقب نسبق ذلك بعملية المركزة فنضغط على ايقونة الثقب ثم ندخل القيم اللازمة وهي: طول المركزة $L=10\text{mm}$ وقطرها $\varnothing=6\text{mm}$ وذلك لملئ نافذة البيانات الهندسية كما هو موضح في الشكل 28.IV ونافذة البيانات التكنولوجية كما هو موضح في الشكل 29.IV:

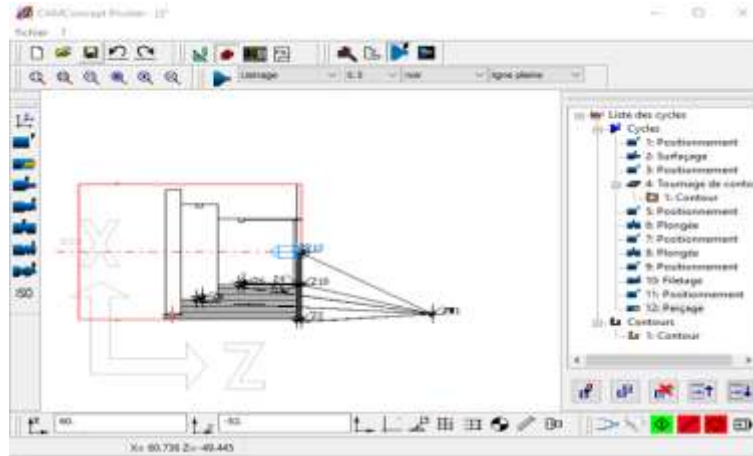


الشكل 29.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية المركزة.



الشكل 28.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية المركزة.

فتظهر عملية المركزة في الواجهة كما هو موضح في الشكل 30.IV:



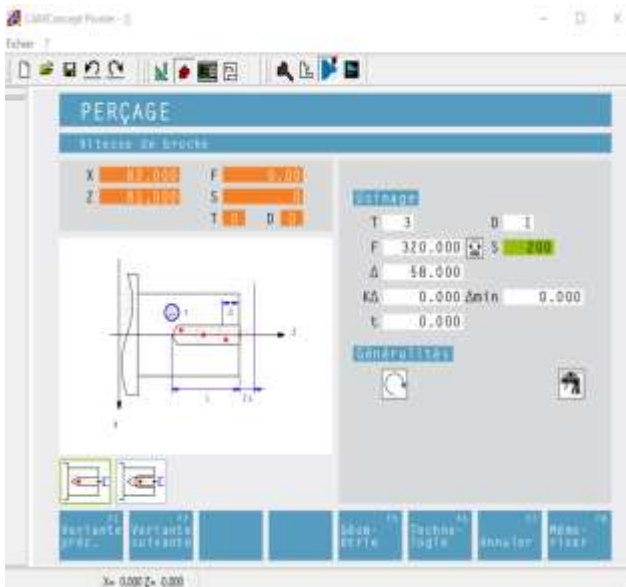
الشكل 30.IV: ظهور عملية المركزة.

• عملية التنقيب:

لإنجاز ثقب بقطر 20mm نسبق العملية بإنجاز تثيين تمهيديين حيث:

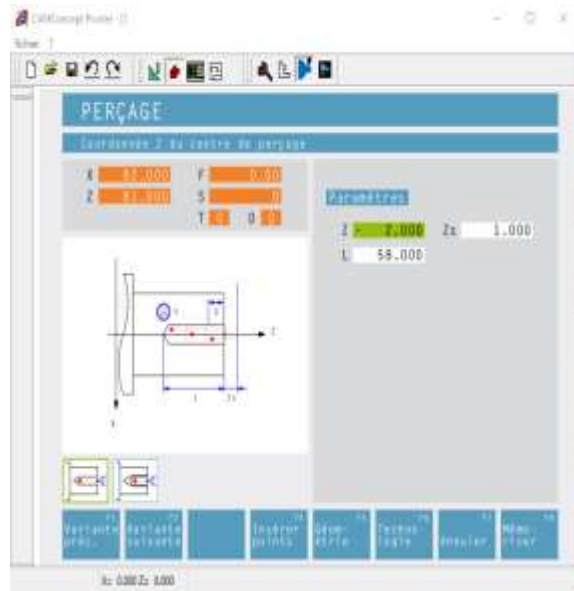
➤ الثقب الأول: بقطر 10mm وطوله 58 mm ثم نختار نفس الدورة السابقة كما نقوم بملى نافذة البيانات

الهندسية كما هو موضح في الشكل 31.IV و نافذة البيانات التكنولوجية كما هو موضح في الشكل 32.IV:



الشكل 32.IV: نافذة البيانات التكنولوجية

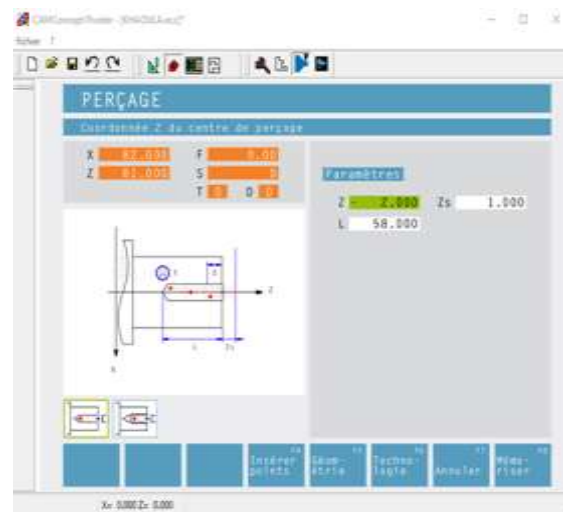
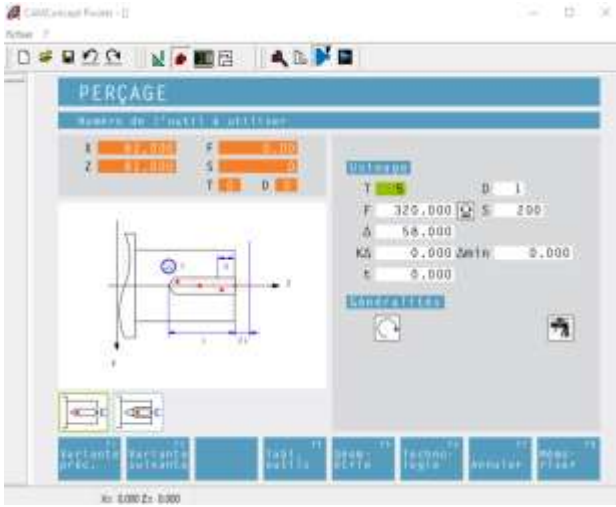
لعملية التنقيب الاولى.



الشكل 31.IV: نافذة البيانات الهندسية

لعملية التنقيب الأولى.

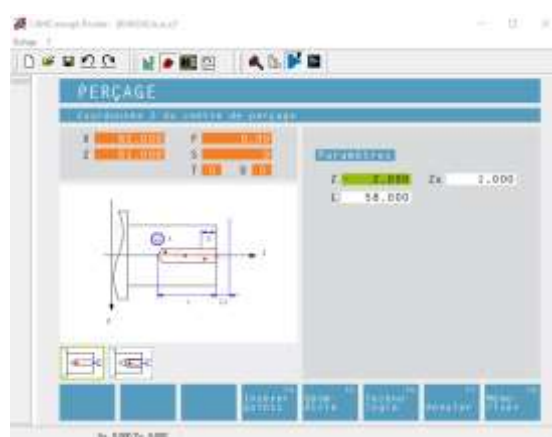
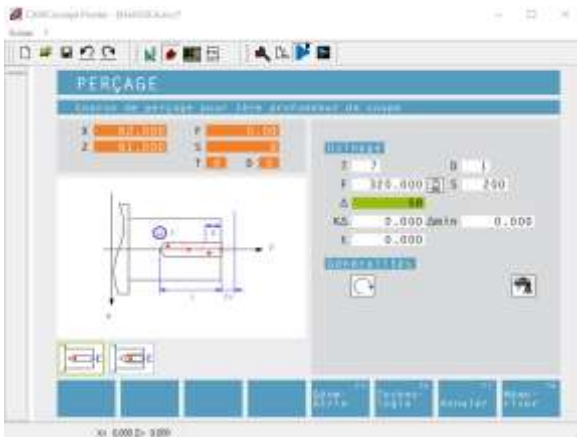
➤ **الثقب الثاني:** بقطر 16mm وطوله 58 mm ثم نختار نفس الدورة السابقة ونتبع نفس الخطوات السابقة كما يوضحه الشكل 33.IV والشكل 34.IV.



الشكل 34.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التنقيب الثانية.

الشكل 33.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التنقيب الثانية.

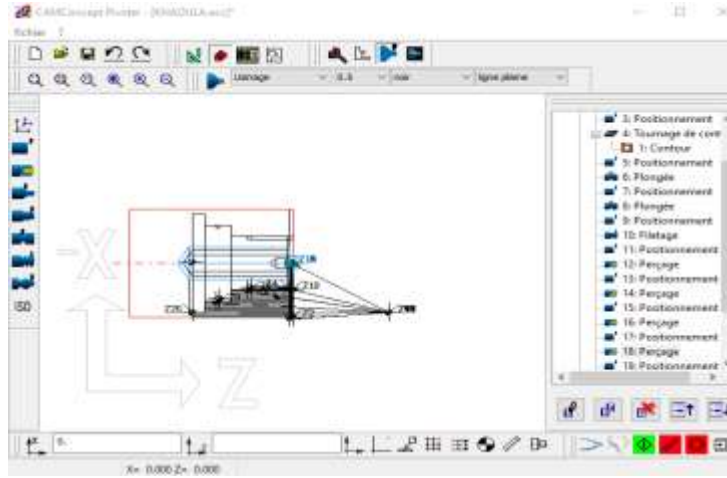
➤ **الثقب الثالث:** بقطر 20mm وطوله 58mm ثم نختار نفس الدورة السابقة ونقوم بملء نافذة البيانات الهندسية كما هو موضح في الشكل 35.IV ونافذة البيانات التكنولوجية كما هو موضح في الشكل 36.IV



الشكل 36.IV: نافذة البيانات التكنولوجية لعملية التنقيب الثالثة.

الشكل 35.IV: نافذة البيانات الهندسية لعملية التنقيب الثالثة.

فتظهر عملية التتقيب في الواجهة كما هو موضح في الشكل 37.IV:



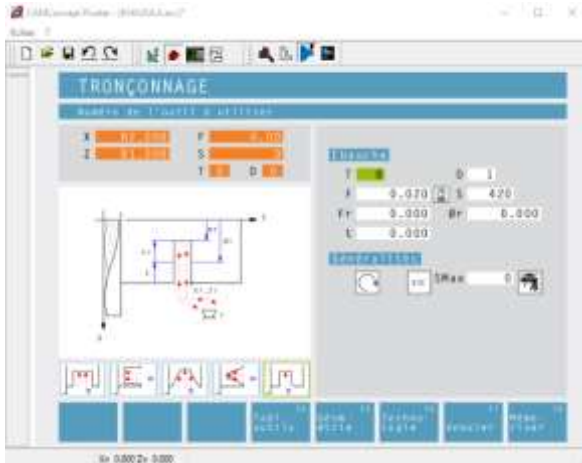
الشكل 37.IV: ظهور عمليات التتقيب الثلاثة.

• عملية القص:

للقيام بعملية القص ننقر على دورة عنق /قص ونختار قص وندرج القيم الخاصة بالعملية (احداثيات نقطة البداية. القطر النهائي..) كما هو موضح في الشكل 38.IV ونقوم بملء نافذة البيانات التكنولوجية المتمثلة في اختيار أداة القص وشروط القطع الخاصة بالعملية حيث نختار:

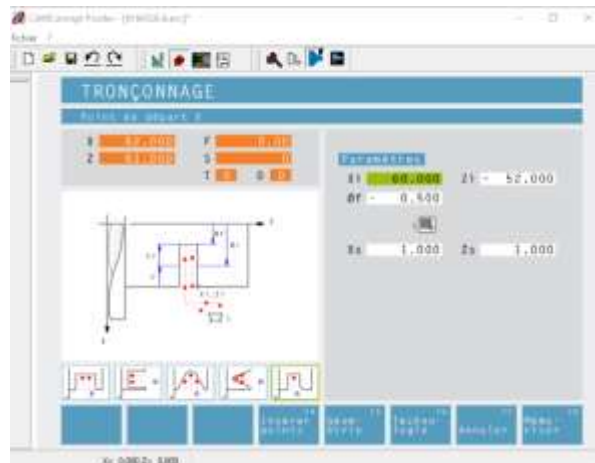
سرعة الدوران: $S=420\text{tr/min}$

سرعة التغذية: $F=0.02\text{mm/tr}$. نقوم بإدراج هذه القيم كما هو موضح في الشكل 39.IV.



الشكل 39.IV: نافذة البيانات التكنولوجية

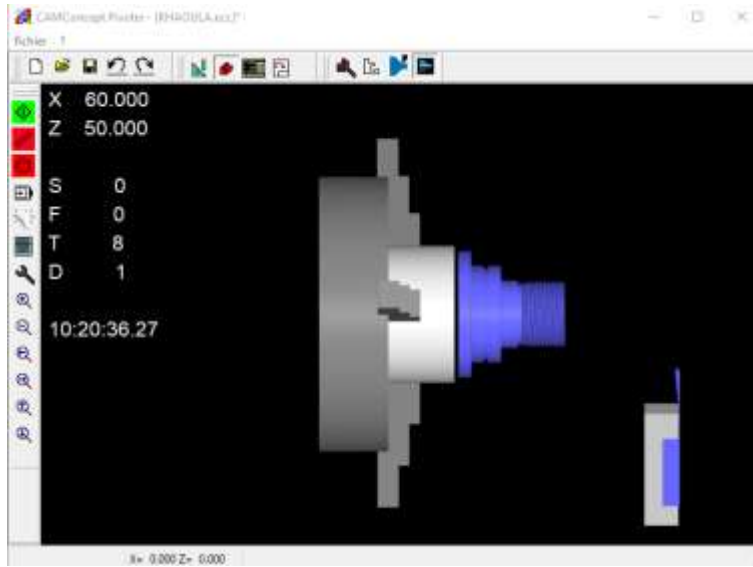
لعملية القص.



الشكل 38.IV: نافذة البيانات الهندسية

لعملية القص.

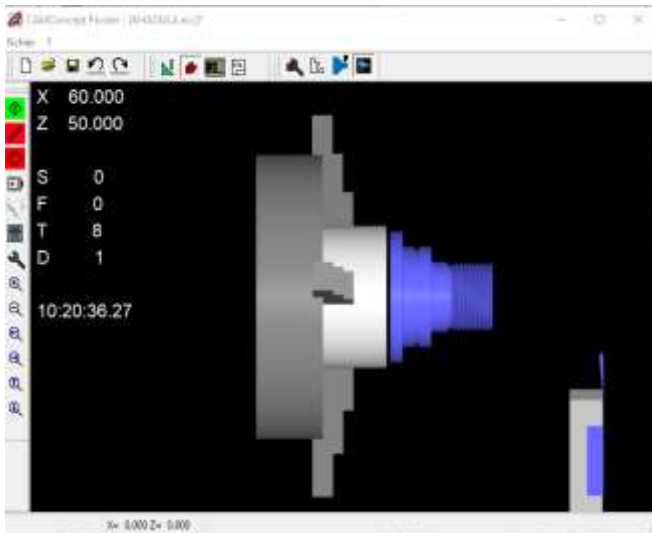
لنحصل على محاكاة عملية القص كما هو موضح في الشكل 40.IV:



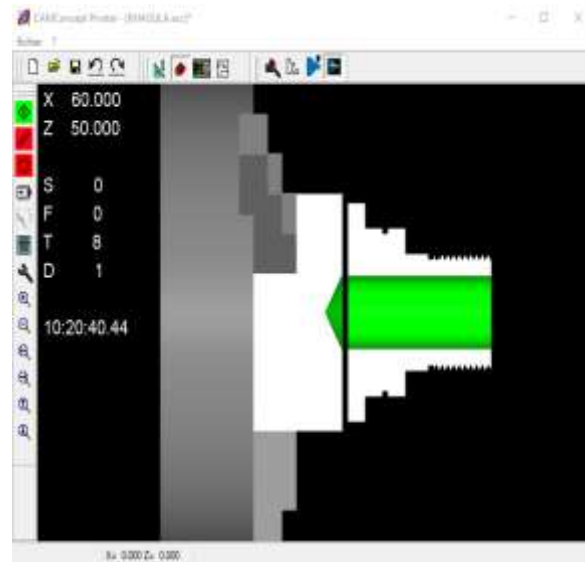
الشكل 40.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد لعملية القص.

3.1.6.IV محاكاة عملية التصنيع:

بعد الانتهاء من عملية تصنيع القطعة نقوم بمحاكاة لمشاهدة القطعة بـ 1/2 مسقط كما هو موضح في الشكل 41.IV ومحاكاة ثلاثية الابعاد كما هو موضح في الشكل 42.IV:



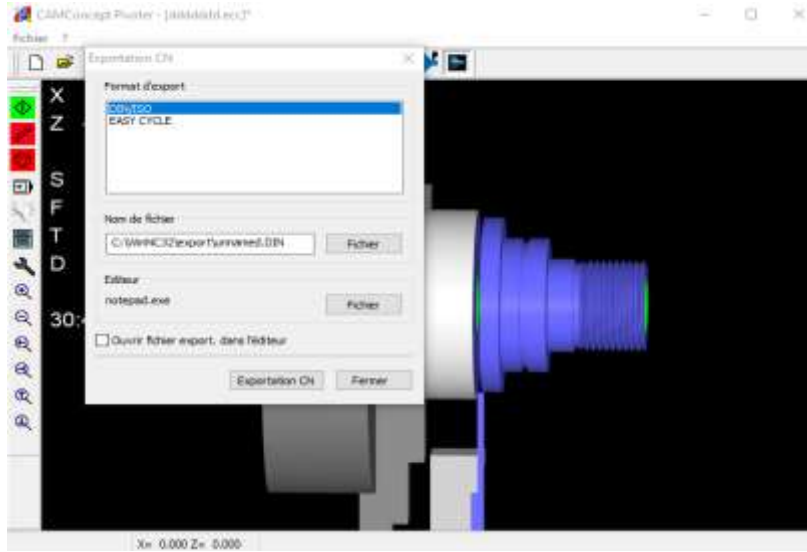
الشكل 42.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد
للعمليات المنجزة.



الشكل 41.IV: محاكاة ثلاثية الابعاد
للقطعة بـ 1/2 مسقط.

4.1.6.IV. اصدار البرنامج:

بعد الانتهاء من تشغيل القطعة نقوم بالتحقق من صحة البرنامج عن طريق المحاكاة لنقوم بعدها بتصديره من اجل نقله للماكينة قصد تشغيل القطعة، وذلك بالضغط على fichier فتظهر لنا نافذة بها عدة خيارات نختار منها export CN, فتظهر النافذة الموضحة في الشكل IV. 43:



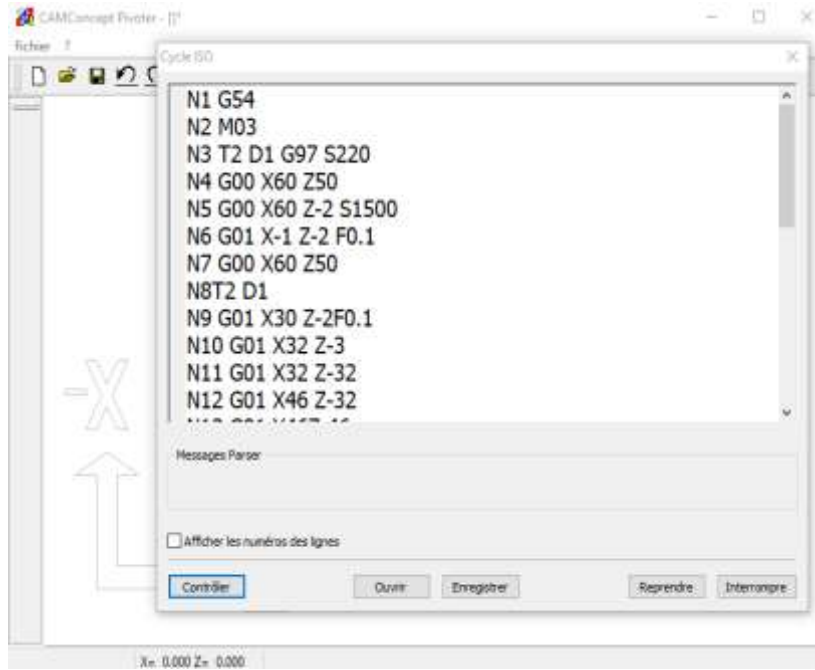
الشكل IV. 43 : نافذة export CN.

نختار طريقة الإصدار وفق DIN/ISO، وبالنقر على Exportation CN يظهر البرنامج التشغيلي للسداة المجوفة كما هو موضح في الملحق.

IV. 6. 2. الطريقة الثانية: البرمجية عن طريق التحرير المباشر للبرنامج:

تتيح برمجية CAMConcept للمستخدم إمكانية انشاء برنامج التشغيل مباشرة باستخدام صيغة G/M code المعتمدة في نظام ISO. تعتبر هذه الطريقة بديلة للرسم الجانبي للقطعة، حيث لا تعتمد على رسم المسار بل على إدخاله يدويا. في البداية يتم ضبط ابعاد الخامة وتحديد أدوات القطع المناسبة. بعد ذلك يقوم المستخدم بحساب المسارات الهندسية التي ستتبعها الأدوات اثناء التشغيل، وندخل هذه التعليمات يدويا في البرنامج من خلال النقر على ايقونة ISO والتي تفتح نافذة التحرير كما يوضحه الشكل IV. 44.

للتحقق من صحة البرنامج يتم استخدام خيار Contrôler حيث تقوم بتحليل الاكواد واكتشاف الأخطاء بمجرد تصحيح الأخطاء والتأكد من ان البرنامج سليم نقوم باضغط على Reprendre لمشاهدة تشغيل القطعة عن طريق المحاكاة الثنائية او الثلاثية الابعاد .



الشكل IV. 44: نافذة ISO لتحرير البرنامج.

-ومنه فان برنامج تشغيل السدادة المجوفة يعطى كما يلي:

N1 G54	N13 G01 X46 Z-46	N25 G00 X51 Z-38
N2 M03	N14 G01 X60 Z-46	N26 G00 X60 Z50
N3 T2 D1 G97 S220	N15 G01 X60 Z-52	N27 T6 D1
N4 G00 X60 Z50	N16 G00 X60 Z50	N28 G00 X30 Z-1 S200
N5 G00 X60 Z-2 S1500	N17 T4 D1	N29 G33 X30 Z-22 L2
N6 G01 X-1 Z-2 F0.1	N18 G00 X37 Z-22 S420	N30 G00 X34 Z-22
N7 G00 X60 Z50	N19 G01 X29 Z-22 F0.02	N31 G00 X34 Z-1
N8 T2 D1	N20 G00 X37 Z-22	N32 G00 X60 Z50
N9 G01 X30 Z-2 F0.1	N21 G00 X60 Z50	N33 T1 D1
N10 G01 X32 Z-3	N22 T4 D1	N34 G00 X0 Z-1 S200
N11 G01 X32 Z-32	N23 G00 X51 Z-38 S420	N35 G01 X0 Z-10 F320
N12 G01 X46 Z-32	N24 G01 X43 Z-38 F0.02	N36 G00 X0 Z-1

N34 G00 X60 Z50	N49 G01 X0 Z-15 F320	N61 G00 X0 Z-27
N38 T3 D1	N50 G00 X0 Z-10	N62 G01 X0 Z-58
N39 G00 X0 Z-1 S200	N51 G01 X0 Z-40	N63 G00 X0 Z-1
N40 G01 X0 Z-15 F320	N52 G00 X0 Z-27	N64 G00 X60 Z50
N41 G00 X0 Z-10	N53 G01 X0 Z-58	N65 T8 D1
N42 G01 X0 Z-40	N54 G00 X0 Z-1	N66 G00 X66 Z-58 S420
N43 G00 X0 Z-27	N55 G00 X60 Z50	N67 G01 X0 Z-52 F0.02
N44 G01 X0 Z-58	N56 T7 D1	N68 G00 X66 Z-58
N45 G00 X0 Z-1	N57 G00 X0 Z-1 S200	N69 G00 X60 Z50
N46 G00 X60 Z50	N58 G01 X0 Z-15 F320	N70 M05
N47 T5 D1	N59 G00 X0 Z-10	N71 M30
N48 G00 X0 Z-1 S200	N60 G01 X0 Z-40	

7.IV الخاتمة:

من خلال تجربتنا في اعداد البرنامج التشغيلي للسدادة المجوفة باستعمال برمجية CAMConcept اعتمدنا على طريقتين أساسيتين وهما: التحرير الغير المباشر للبرنامج التشغيلي والتحرير المباشر للبرنامج التشغيلي.

فالطريقة الاولى، أي التحرير الغير مباشر التي تعتمد على أدوات التصميم والتصنيع داخل البرمجية، تمتاز بالسهولة والسرعة، خاصة بعد الممارسة والتدريب على استعمال البرنامج، حيث تنفذ العملية بشكل شبه تلقائي من خلال مرحلتين: تصميم الشكل الجانبي للقطعة، ثم ضبط المعطيات الهندسية والتكنولوجية، لننتقل بعدها الى المحاكاة الثنائية او ثلاثية الابعاد للتأكد من صحة برنامج تشغيل القطعة ليتم بعدها إصداره لنقله الى الالة وتنفيذه.

اما الطريقة الثانية، أي التحرير المباشر فتعتمد على المعرفة التامة بالوظائف التحضيرية والتكميلية (G/M code) وبالتالي كتابة البرنامج التشغيلي لنفس القطعة من خلال نافذة التحرير المباشر الموجودة على البرمجية.

من خلال المقارنة بين طريقتي اعداد البرنامج التشغيلي للسدادة المجوفة، حسب رأينا توصلنا الى ان الطريقة المثلى خصوصا في السياق الصناعي نحو الإنتاجية هي طريقة التحرير الغير مباشر، حيث تتميز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة خاصة بعد اكتساب المهارات الأساسية، كما انها تخفف من الضغط الذهني المرتبط بفهم رموز البرمجية المعقدة، وتسرع من انجاز البرنامج التشغيلي بفضل المعالجة التلقائية للمعطيات. وهذا ما جعلها أكثر كفاءة من حيث توفير الوقت، تقليل احتمالات الخطأ، وتبسيط المهام على المستخدم.

الخاتمة العامة:

خاتمة عامة:

شهد مجال التصنيع تطورا ملحوظا بفضل اعتماد الات التحكم العددي، التي ساهمت بشكل كبير في تسهيل عمليات انتاج القطع الميكانيكية، من خلال تقليص زمن التشغيل وضمان دقة الابعاد وجودة السطوح، الا ان الاستفادة المثلى من هذه الآلات يتطلب اتقان البرمجة، سواء يدويا او باستخدام برمجيات متخصصة.

في إطار هذا البحث قمنا بدراسة الة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO turn 55 حيث تعرفنا على خصائصها مكوناتها كما قمنا ببرمجة تصنيع سداة مجوفة بطريقتين مختلفتين. تمثلت الطريقة الأولى في استخدام برنامج CAMConcept من خلال رسم جانبية القطعة وتحديد مسارات التشغيل، الأدوات والدورات، ثم التحقق من البرنامج عبر المحاكاة ثلاثية الابعاد. اما الطريقة الثانية فكانت البرمجة اليدوية المباشرة باستخدام مختلف أدوات الوظائف التحضيرية والتكميلية (G/ M code). وفي الختام قمنا بإجراء مقارنة بين الطريقتين حيث تبين لنا ان البرمجة اليدوية تتطلب وقتا وجهدا أكبر ومعرفة دقيقة بمختلف الدوال الموافقة لكل عملية تصنيع لكنها تنتج برنامج أقصر، في حين ان البرمجة التي تكون باستعمال برمجيات تعتمد على التصميم والتصنيع أسهل وأكثر امانا، خاصة في حالة الاشكال المعقدة، رغم انها تنتج برامج أطول.

ليتضح ان لكل طريقة مزايا وعيوب ويعتمد الاختيار بينهما على طبيعة المشروع والإمكانيات المتاحة مع التأكيد على ضرورة امتلاك المبرمج المعرفة التقنية في كلتا الحالتين.

أتاح لنا هذا العمل فرصة التعرف على تقنيات التصنيع الحديث والتدريب على تكنولوجيا متقدمة، مما ساهم في تنمية كفاءتنا في برمجة الة الخراطة ذات التحكم العددي التي تعد من المعدات الأساسية في مخابر الهندسة الميكانيكية وذلك لتواجدها في معظم الثانويات على مستوى التراب الوطني. وبحكم توجهنا الى ميدان التعليم، فان هذه التجربة ستمنحنا استعدادا أفضل لمواجهة التحديات التي قد نصادفها اثناء اعداد برامج تشغيلية لقطع ميكانيكية. كما نأمل ان يكون هذا العمل إضافة نوعية تسهم في تنمية مهارتنا المعرفية والمهنية، ويشكل مرجعا عمليا يمكن للأساتذة الاعتماد عليه لتجاوز الصعوبات التي قد تعترضهم في هذا المجال المتخصص.

تطلعات:

هدف هذا العمل يتجاوز مجرد اكتساب المعرفة التقنية البحتة للبرمجة، اذ نسعى من خلاله الى بناء فهم معمق لأساسياتها، وخاصة باستخدام برمجية CAMConcept التي تمثل أداة محورية لصناعة برامج التصنيع الحديثة. كما نطمح الى تطوير مهارتنا في تصميم واعداد برامج تشغيلية دقيقة، تمكننا من تنفيذ عمليات تصنيع معقدة بكفاءة عالية وبأخطاء اقل.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

- [5] : د. عمر أحمد التهامي، ورشة التحكم الرقمي بالحاسب 1 (213 ميك)، تخصص ميكانيكا إنتاج، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، 2004.
- [6] :الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، أسس التحكم الرقمي (الوحدة الأولى)، مبادئ التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المملكة العربية السعودية.
- [11]: مديحة رفعت محمد، تكنولوجيا الخراطة والحساب الفني، خراطة المعادن ، مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني، مصر، 2017.
- [12] : مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني، تشغيل أولي على المخارط المبرمجة بالحاسب CNC، مهنة تشغيل المخارط CNC الصف الأول، مصر ، 2019.
- [20]: جمال محمدي، تشغيل وبرمجة ماكينة الخراطة. CNC. 2011.
- [21]: عبد القادر شارف أفرول، هاشمي بن صادق، مختار الطيب، عبد القادر سلهامي، الكتاب المدرسي لمادة التكنولوجيا، شعبة تقني رياضي فرع هندسة ميكانيكية السنة الثالثة ثانوي، الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية الجزائر، 2009.
- [22]: الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تشغيل آلات مخارط التحكم الرقمي بالحاسب CNC، تخصص تشغيل آلات التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، المملكة العربية السعودية.
- [24]: الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تشغيل آلات التفريز، تخصص تشغيل آلات الإنتاج وتشغيل آلات التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، المملكة العربية السعودية.
- مواقع الانترنت:

لوحظ يوم: <https://emco.co.uk/camconcept> 07/01/2025 [13]

- [1] : R.Cameron, Technologie et usinage à commande numérique, Eléments de fabrication assistée par ordinateur, Édition Saint-Martin ,ISBN2-89035-295-1, 1996,
- [2] : P.Gilles, commande numérique des machines-outils , Technique de l'ingénieur, génie mécanique, usinage, B7130, 1995.
- [3]: R. belabbas, BENZAOUI, Mohammed elamine. Machine à commande Numérique. Mémoire de licence Construction mécanique. Biskra : Université Mohamed Khider, 2014.
- [4] : Z.HESSAINIA, , Machines-outils à commande numérique, Université des Frères Mentouri Constantine1, Faculté des Sciences de la technologie, Département de Génie Mécanique, version 10, 2016.
- [7] : BELLOUFI Abderrahim, Machines-outils à commande numérique, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 2010.
- [8] : D. Gelin, M. Vincent , éléments des fabrications, Edition marketing, Paris, 1995.
- [9] : A. Cheikh, N. Cheikh, cours de CFAO1, Université de Tlemcen, Algérie. 2011,
- [10] : Y. GUERMAT. Conception et réalisation du logo Tlemcen capitale de la Culture Islamique en 3D, 2011/2012.
- [14] : Manuel Description du logiciel Emco Camconcept Tournage, Réf Fr 1829, Édition D, 2014.
- [15] : Manuel Description de la Machine Emco Concept Turn 55, Réf 1055, Edition B –2007.
- [16] : Description du logiciel EMCO WinNC SINUMERIK 810/820 T ,Réf. No. FR 1804 ,Edition I, 2003.
- [17] : Manuel Caractéristiques Concept Tour 55 Didactique A Commande Numérique, Aonir N°05 ,2013.
- [18]: Manuel Technical Specification, Emco, Concept Turn 55, Product Division: Cnc-Education, 2012.
- [19]: Manuel Software Description, Emco Easycycle Turning, Ref En 1839, Edition C. 2013
- [23] : Manuel de Programmation, Volume 1, Num 1020/1040/1060t, Fr-938820/5.
- [25]: Marti Deans, What Is Cam (Computer-Aided Manufacturing), Fusion 360 Blog, 2021.

الملحق:

N1 G54

N2 G95

N3 ; Projet CamConcept exporté C:\Users\LENOVO\Desktop\KHAOULA.ecc

N4 ; Filtre export utilisé DIN/ISO 2.02

N5 ; Outil	Nom d'outil	Rayon	Longueur X	Longueur Z	Choix de l'outil
N6 ; T1D1	Foret à pointer	90°/6mm	3.000	0.000	0.000
N7 ; T2D1	Outil de finition	SDJC	0.400	0.000	0.000
N8 ; T3D1	Foret hélicoïdal	10mm	5.000	0.000	0.000
N9 ; T4D1	Outil à tronçonner		0.100	0.000	0.000
N10 ; T5D1	Foret hélicoïdal	16mm	8.000	0.000	0.000
N11 ; T6D1	Outil à fileter	NL12-3	0.100	0.000	0.000
N12 ; T7D1	Foret hélicoïdal	20mm	10.000	0.000	0.000
N13 ; T8D1	Outil à tronçonner		0.100	0.000	0.000

الملحق

N14 ; 1: Positionnement	N46 G0 X67 Z-0.500	N78 G0 X59.128 Z-1
N15 M8	N47 G0 X67 Z-2	N79 G64
N16 G96 S0	N48 G64	N80 G1 X59.128 Z-2
N17 M3	N49 G1 X65 Z-2	N81 G1 X59.128 Z-46
N18 G0 X60 Z50	N50 G1 X0 Z-2	N82 G1 X59.200 Z-46
N19 ; 2: Surfaçage	N51 G1 X0 Z-1	N83 G3 X60 Z-46.400 K-0.400
N20 D0	N52 G0 X67 Z-1	N84 G1 X60 Z-52.400
N21 G53 G0 X86 Z276.500	N53 G1 X67 Z-1	N85 G1 X63.043 Z-52.400
N22 T2 D1	N54 G0 X67 Z1	N86 G0 X63.043 Z-1
N23 M9	N55 G0 X67 Z1	N87 G0 X57.170 Z-1
N24 G96 S1500	N56 ; 3: Positionnement	N88 G64
N25 M3	N57 M8	N89 G1 X57.170 Z-2
N26 G0 X67 Z1	N58 G96 S0	N90 G1 X57.170 Z-46
N27 G0 X67 Z-0.500	N59 M3	N91 G1 X59.200 Z-46
N28 G64	N60 G0 X60 Z50	N92 G3 X59.853 Z-46.169 K-0.400
N29 G1 X65 Z-0.500 F0.100	N61 ; 4: Tournage de contour	N93 G1 X61.085 Z-46.169
N30 G1 X0 Z-0.500	N62 M9	N94 G0 X61.085 Z-1
N31 G1 X0 Z-0.400	N63 G96 S1500	N95 G0 X55.213 Z-1
N32 G1 X0 Z0	N64 M3	N96 G64
N33 G0 X67 Z0	N65 G0 X67 Z-1	N97 G1 X55.213 Z-2
N34 G0 X67 Z-1	N66 G0 X63.043 Z-1	N98 G1 X55.213 Z-46
N35 G64	N67 G64	N99 G1 X59.128 Z-46
N36 G1 X65 Z-1	N68 G0 X63.043 Z-2	N100 G0 X59.128 Z-1
N37 G1 X0 Z-1	N69 G1 X63.043 Z-52.400 F0.100	N101 G0 X53.255 Z-1
N38 G1 X0 Z-0.400	N70 G1 X65 Z-52.400	N102 G64
N39 G1 X0 Z0	N71 G0 X65 Z-1	N103 G1 X53.255 Z-2
N40 G0 X67 Z0	N72 G0 X61.085 Z-1	N104 G1 X53.255 Z-46
N41 G0 X67 Z-1.500	N73 G64	N105 G1 X57.170 Z-46
N42 G64	N74 G0 X61.085 Z-2	N106 G0 X57.170 Z-1
N43 G1 X65 Z-1.500	N75 G1 X61.085 Z-52.400	N107 G0 X51.298 Z-1
N44 G1 X0 Z-1.500	N76 G1 X65 Z-52.400	N108 G64
N45 G1 X0 Z-0.500	N77 G0 X65 Z-1	

الملحق

N109 G1 X51.298 Z-2	N141 G0 X41.511 Z-1	N174 G1 X31.723 Z-2
N110 G1 X51.298 Z-46	N142 G64	N175 G1 X31.723 Z-3.096
N111 G1 X55.213 Z-46	N143 G1 X41.511 Z-2	N176 G1 X31.766 Z-3.117
N112 G0 X55.213 Z-1	N144 G1 X41.511 Z-32	N177 G3 X32 Z-3.400 I-0.283 K-0.283
N113 G0 X49.340 Z-1	N145 G1 X45.200 Z-32	N178 G1 X32 Z-32
N114 G64	N146 G3 X45.425 Z-32.016 K-0.400	N179 G1 X35.638 Z-32
N115 G1 X49.340 Z-2	N147 G0 X45.425 Z-1	N180 G0 X35.638 Z-1
N116 G1 X49.340 Z-46	N148 G0 X39.553 Z-1	N181 G0 X29.766 Z-1
N117 G1 X53.255 Z-46	N149 G64	N182 G64
N118 G0 X53.255 Z-1	N150 G1 X39.553 Z-2	N183 G1 X29.766 Z-2
N119 G0 X47.383 Z-1	N151 G1 X39.553 Z-32	N184 G1 X29.766 Z-2.117
N120 G64	N152 G1 X43.468 Z-32	N185 G1 X31.766 Z-3.117
N121 G1 X47.383 Z-2	N153 G0 X43.468 Z-1	N186 G3 X32 Z-3.400 I-0.283 K-0.283
N122 G1 X47.383 Z-46	N154 G0 X37.596 Z-1	N187 G1 X32 Z-3.471
N123 G1 X51.298 Z-46	N155 G64	N188 G1 X33.681 Z-3.471
N124 G0 X51.298 Z-1	N156 G1 X37.596 Z-2	N189 G0 X33.681 Z-1
N125 G0 X45.425 Z-1	N157 G1 X37.596 Z-32	N190 G1 X33.723 Z-1
N126 G64	N158 G1 X41.511 Z-32	N191 G0 X67 Z-1
N127 G1 X45.425 Z-2	N159 G0 X41.511 Z-1	N192 G0 X67 Z-1
N128 G1 X45.425 Z-32.016	N160 G0 X35.638 Z-1	N193 ; 5: Positionnement
N129 G3 X46 Z-32.400 I- 0.113 K-0.384	N161 G64	N194 M8
N130 G1 X46 Z-46	N162 G1 X35.638 Z-2	N195 G96 S0
N131 G1 X49.340 Z-46	N163 G1 X35.638 Z-32	N196 M3
N132 G0 X49.340 Z-1	N164 G1 X39.553 Z-32	N197 G0 X60 Z50
N133 G0 X43.468 Z-1	N165 G0 X39.553 Z-1	N198 ; 6: Plongée
N134 G64	N166 G0 X33.681 Z-1	N199 D0
N135 G1 X43.468 Z-2	N167 G64	N200 G53 G0 X86 Z276.500
N136 G1 X43.468 Z-32	N168 G1 X33.681 Z-2	N201 T4 D1
N137 G1 X45.200 Z-32	N169 G1 X33.681 Z-32	N202 M9
N138 G3 X45.977 Z-32.306 K-0.400	N170 G1 X37.596 Z-32	N203 G96 S120
N139 G1 X47.383 Z-32.306	N171 G0 X37.596 Z-1	N204 M3
N140 G0 X47.383 Z-1	N172 G0 X31.723 Z-1	N205 G94
	N173 G64	

الملحق

N206 G0 X34 Z-23	N239 G0 X31.600 Z0	N272 G0 X60 Z50
N207 G0 X34 Z-24	N240 G33 X31.600 Z-22 K2	N273 ; 14: Perçage
N208 G1 X29 Z-24 F0.070	N241 G0 X32 Z-22	N274 D0
N209 G0 X34 Z-24	N242 G0 X32 Z0	N275 G53 G0 X86 Z276.500
N210 G95	N243 G0 X29.600 Z0	N276 T3 D1
N211 ; 7: Positionnement	N244 G33 X29.600 Z-22 K2	N277 G0 X0 Z-1
N212 M8	N245 G0 X32 Z-22	N278 M9
N213 G96 S0	N246 G0 X32 Z0	N279 G97 S200
N214 M3	N247 G0 X28.600 Z0	N280 M3
N215 G0 X60 Z50	N248 G33 X28.600 Z-22 K2	N281 G0 X0 Z-1
N216 ; 8: Plongée	N249 G0 X32 Z-22	N282 G1 X0 Z-57 F320
N217 M9	N250 G0 X32 Z0	N283 G0 X0 Z-1
N218 G96 S420	N251 ; 11: Positionnement	N284 G0 X0 Z-1
N219 M3	N252 M8	N285 ; 15: Positionnement
N220 G94	N253 G96 S0	N286 M8
N221 G0 X48 Z-39	N254 M3	N287 G96 S0
N222 G0 X48 Z-40	N255 G0 X60 Z50	N288 M3
N223 G1 X43 Z-40 F0.020	N256 ; 12: Perçage	N289 G0 X60 Z50
N224 G0 X48 Z-40	N257 D0	N290 ; 16: Perçage
N225 G95	N258 G53 G0 X86 Z276.500	N291 D0
N226 ; 9: Positionnement	N259 T1 D1	N292 G53 G0 X86 Z276.500
N227 M8	N260 G0 X0 Z-1	N293 T5 D1
N228 G96 S0	N261 M9	N294 G0 X0 Z-1
N229 M3	N262 G97 S200	N295 M9
N230 G0 X60 Z50	N263 M3	N296 G97 S200
N231 ; 10: Filetage	N264 G0 X0 Z-1	N297 M3
N232 D0	N265 G1 X0 Z-12 F320	N298 G0 X0 Z-1
N233 G53 G0 X86 Z276.500	N266 G0 X0 Z-1	N299 G1 X0 Z-57 F320
N234 T6 D1	N267 G0 X0 Z-1	N300 G0 X0 Z-1
N235 M9	N268 ; 13: Positionnement	N301 G0 X0 Z-1
N236 G97 S200	N269 M8	N302 ; 17: Positionnement
N237 M3	N270 G96 S0	N303 M8
N238 G0 X32 Z0	N271 M3	N304 G96 S0

الملحق

N305 M3	N320 ; 19: Positionnement	N335 G1 X-0.100 Z-54 F0.056
N306 G0 X60 Z50	N321 M8	N336 G1 X-0.200 Z-54 F0.042
N307 ; 18: Perçage	N322 G96 S0	N337 G1 X-0.300 Z-54 F0.028
N308 D0	N323 M3	N338 G1 X-0.400 Z-54 F0.014
N309 G53 G0 X86 Z276.500	N324 G0 X60 Z50	N339 G1 X-0.500 Z-54
N310 T7 D1	N325 ; 20: Plongée	N340 G0 X62 Z-54
N311 G0 X0 Z-1	N326 D0	N341 ; 21: Positionnement
N312 M9	N327 G53 G0 X86 Z276.500	N342 M8
N313 G97 S200	N328 T8 D1	N343 G96 S120
N314 M3	N329 M9	N344 M3
N315 G94	N330 G96 S120	N345 G0 X60 Z50
N316 G0 X0 Z-1	N331 M3	N346 M30
N317 G1 X0 Z-57 F320	N332 G0 X62 Z-53	
N318 G0 X0 Z-1	N333 G0 X62 Z-54	
N319 G0 X0 Z-1	N334 G1 X0 Z-54 F0.070	