



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التقني و التكنولوجي

- سكيكدة -

قسم التكنولوجيا

التخصص: هندسة ميكانيكية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

البرمجة بإستعمال CAMConcept على آلة الخراطة
EMCO Turn 55

من إعداد:

- نوالي مروى.
- نوالي منال.

لجنة المناقشة:

إساسة ابراهيم	أستاذ محاضر -ب- رئيسا	م.ع.أ.ت.ت.سكيكدة
سعيدية عزيز	أستاذ محاضر -أ- ممتحنا	م.ع.أ.ت.ت.سكيكدة
لعداسي نوري	أستاذ محاضر -ب- مشرفا	م.ع.أ.ت.ت.سكيكدة

السنة الجامعية : 2023 / 2024

شكر و عرفان

الحمد لله الذي وهبنا التوفيق و السداد و منحنا الثبات و أعاننا على إتمام هذا العمل

إنطلاقاً من الحديث النبوي الشريف " من لم يشكر الناس لم يشكر الله " نتقدم بخالص الشكر و الإمتنان إلى الأستاذ المشرف " لعداسي نوري " على إرشاداته و توجيهاته التي لم يبخل بها علينا يوماً و التي ساهمت في إثراء موضوعنا والوصول إلى الغاية المرجوة من البحث.

كما نتقدم بالشكر الجزيل و فائق التقدير لأعضاء لجنة المناقشة التي رضيت بتقييم هذا العمل و تصحيحه و إثرائه بالتوجيهات القيمة.

الشكر موصول أيضاً إلى كل من أنار دربنا بشموع العلم و المعرفة ، إلى كل من رافقنا طيلة خمس سنوات.

بارك الله في جهود الجميع.

الإهداء

نهدي هذه المذكرة التي هي ثمرة ما حصدنا من مجهودات

إلى من قال فيهما الله عزّ وجل: "وقل ربي إرحمهما كما ربياني صغيراً".

إلى من علمتنا أن العطاء ليس له حدود و أزالنا عن طريقنا أشواك الفشل
أمننا الغالية .

إلى الذي كان لنا سنداً و عوناً في حياتنا أبي _ رحمه الله _ راجيات من المولى
أن يجعل عملنا هذا صدقة جارية عنه.

إلى أعز ما نملك و سندنا في هذه الدنيا أختنا الكبرى شهيناز.

إلى عائلتنا كبيراً و صغيراً .

إلى كل من وقف بجانبنا في بداية مشوارنا الجامعي.

لكم منا كل عبارات الشكر و التقدير و الإمتنان.

التوأم نوالي

ملخص:

باتت آلات التصنيع التقليدية تُكلف الانسان ضياع الوقت ، المال و الجهد و لهذا لجأ إلى إبتكار آلات مؤتمتة فأصبحت تقنية التحكم العددي من المتطلبات الضرورية في العالم الصناعي، و الذي يشهد زيادة في مستوى متطلبات التسويق من حيث الجودة، السعر و الكمية، و بالتالي فإن هذه التقنية وحدها قادرة على تلبية هذه المطالب و أكثر، مما جعلها تحتل مكانة بارزة في دفع عجلة الإقتصاد و الإنتاج إلى الأمام.

من بين آلات التحكم العددي نذكر آلة الخراطة EMCO Turn 55 و التي تتيح لنا إنجاز برامج تشغيلية لقطع معقدة الشكل وفق أساليب مختلفة، من بينها الأسلوب الهندسي برسم جانبية القطعة ، أسلوب التحرير اليدوي لبرنامج تصنيع قطعة بإستخدام مختلف الوظائف التحضيرية و التكميلية، و كذلك أسلوب الحوار المباشر مع الآلة عن طريق واجهة تفاعلية كإستعمال برمجية Easycycle.

من خلال عملنا هذا، قمنا بإنجاز برنامج تشغيلي لتصنيع جلبة ملولبة على برمجية CAMConcept بطريقتين، شملت الطريقة الأولى إستخدام نظام التصميم و التصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CFAO) ،حيث سمح لنا برسم جانبية القطعة، تصنيعها و فحصها بالمحاكاة والتصور ثنائي أو ثلاثي الأبعاد للكشف عن الأخطاء، بعد ذلك يتم تصدير البرنامج لتنفيذه على الآلة، أما الطريقة الثانية تمثلت في إنجاز برنامج لنفس القطعة بإستخدام الوظائف التحضيرية و التكميلية (G/M code) من خلال نافذة التحرير المباشر المتاحة على برمجية CAMConcept، في الختام قمنا بإجراء مقارنة بين الطريقتين و تحديد إستراتيجية التصنيع المثلى، حيث تبين لنا أن البرمجة برسم الجانبية أفضل و أسرع من البرمجة التحضيرية من حيث الوقت و الجهد، فقد تعين علينا سوى إختيار الدورات، أدوات القطع المناسبة و إدراج العناصر الهندسية و التكنولوجية حسب متطلبات التشغيل.

الكلمات المفتاحية :

G/M code البرمجة - CAO/FAO - EMCO Turn 55 - CAMConcept - CNC

Résumé :

Les machines de fabrication traditionnelles sont devenues une perte de temps, d'argent et d'efforts humains, et c'est pour cette raison que les machines automatisées ont été inventées, ainsi, la technologie de commande numérique est devenue une nécessité dans le monde industriel, qui connaît une augmentation du niveau des exigences de production en termes de qualité, de prix et de quantité. Par conséquent, cette technologie est seule capable de répondre à ces besoins et plus encore, ce qui lui a permis d'occuper une place importante dans le domaine de l'économie et la production.

Parmi les machines à commande numérique, nous citons la machine de tour EMCO Turn 55, qui nous permet de réaliser des programmes opérationnels pour des pièces de formes complexes selon différentes méthodes, notamment la méthode géométrique en dessinant le profil de la pièce, la méthode de programmation manuelle pour la fabrication d'une pièce en utilisant diverses fonctions préparatoires et auxiliaires, ainsi que la méthode de programmation conversationnelle avec la machine via une interface interactive tel que l'utilisation du logiciel Easycycle.

À travers notre travail, nous avons réalisé un programme opérationnel pour la fabrication d'une bague filetée en utilisant logiciel CAMConcept selon deux méthodes, La première méthode comprenait l'utilisation du système de conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO), qui nous a permis de dessiner le profil de la pièce, fabriquer et l'examiné par simulation en deux ou trois dimensions pour vérifier les erreurs, ensuite, le programme sera exporté pour être exécuté sur la machine, La deuxième méthode consistait à réaliser un programme pour la même pièce en utilisant les fonctions préparatoires et auxiliaires (G/M code) via la fenêtre d'édition directe disponible dans le logiciel CAMConcept.

Enfin, nous avons effectué une comparaison entre les deux méthodes et déterminé la stratégie de fabrication optimale, où il nous apparaît que la programmation géométrique de profil est meilleure et plus rapide que la programmation manuelle en termes de temps et des efforts, il nous suffisait de choisir les cycles, les outils de coupe et d'insérer les éléments géométriques et technologiques selon les exigences opérationnelles.

Mots clés :

CNC_CAMConcept_EMCO Turn 55 _CAO/FAO_Programmation G/M code

Abstract :

Traditional manufacturing machines have become a waste of time, money, and human effort, that's why automated machines were invented. Thus, numerical control technology has become a necessity in the industrial world, which is experiencing an increase in production requirements in terms of quality, price, and quantity. Therefore, this technology is the only one capable of meeting these needs and more, which has allowed it to occupy an important place in the field of economy and production.

One of numerical control machines, we mention the lathe machine EMCO Turn 55, which allows us to execute operational programs for parts with complex shapes using various methods. These include the geometric method by drawing the profile of the part, the manual programming method for manufacturing a part using various preparatory and auxiliary functions, as well as the conversational programming method using an interactive interface with the machine such as using the Easycycle software.

Through our work, we have created an operational program for the manufacture of a threaded ring on CAMConcept software using two methods. The first method involved the use of the computer aided design and manufacturing system (CAD/CAM), which allowed us to draw the profile of the part, fabricate and examine it by simulation in two or three dimensions to check for errors, then the program is exported to be executed on the machine. The second method was to make a program for the same part using the preparatory and auxiliary functions (G/M code) through the direct editing window available in the CAMConcept software.

Finally, we compared the two methods and determined the optimal manufacturing strategy, where it appears that geometric profile programming is better and faster than manual programming in terms of time and effort, we just had to select the cycles, cutting tools and insert the geometric and technological elements according to operational requirements.

Key wordes :

CNC_ CAMConcept _ EMCO Turn 55 _ CAD/CAM _ Programming G/M code.

الفهرس :

.....	شكر و عرفان.....
.....	الإهداء.....
III	ملخص.....
IV	Résumé.....
V.....	Abstract.....
VI	الفهرس.....
XI	فهرس الأشكال.....
XVI	فهرس الجداول.....
XVII	قائمة الإختصارات.....
1.....	الإشكالية.....
3.....	المقدمة العامة.....
الفصل الأول: عموميات حول آلات التصنيع ذات التحكم العددي.	
6.....	1.I. مقدمة.....
6.....	2.I. تاريخ و مراحل تطور تقنية التحكم العددي.....
7.....	3.I. أنظمة التحكم العددي.....
7.....	3.I. 1. التحكم العددي (NC).....
7.....	3.I. 2. التحكم العددي بإستخدام الحاسب (CNC).....
8.....	3.I. 3. التحكم العددي المباشر (DNC).....

8.....	4.I. بنية آلات التحكم العددي.
8.....	4.I. 1. الجزء العملي.
8.....	4.I. 2. جزء التحكم.
9.....	5.I. تصنيف آلات التحكم العددي.
9.....	5.I. 1. نوع التشغيل.
10.....	5.I. 2. عدد المحاور.
11.....	5.I. 3. نوع التحكم.
12.....	6.I. الفرق بين ماكينات التحكم العددي و الماكينات التقليدية.
13.....	7.I. مزايا ماكينات CNC.
13.....	8.I. عيوب ماكينات CNC.
13.....	9.I. أنواع آلات التحكم العددي.
14.....	9.I. 1. آلة القطع بالبلازما.
14.....	9.I. 2. آلة القطع بضخ الماء.
14.....	9.I. 3. طابعات ثلاثية الأبعاد 3D.
15.....	9.I. 4. آلة التفريز ذات التحكم العددي.
15.....	9.I. 5. آلة الخراطة ذات التحكم العددي.
15.....	10.I. خاتمة.

الفصل الثاني : برمجية CAMConcept.

17.....	1.II. مقدمة.
---------	--------------

17.....	2.II	تعريف برمجية CAMConcept
17.....	3.II	واجهة برمجية CAMConcept
18.....	4.II	واجهة برمجية CAMConcept Turn
19.....	5.II	تعيين أيقونات واجهة CAMConcept Turn
20.....	6.II	مختلف أوامر التصميم CAO
22.....	7.II	مختلف أوامر التصنيع FAO
22.....	7.II	1. أيقونة الضبط.
24.....	7.II	2. أيقونات تحديد المسار.
25.....	7.II	3. أيقونات الدورات.
25.....	7.II	4. شجرة الدورات و المسارات.
25.....	7.II	5. المحاكاة.
28.....	8.II	أوامر التحكم العددي CN
29.....	9.II	أوامر تحضير العمل PT
29.....	10.II	خاتمة.

الفصل الثالث: دراسة و برمجة على آلة الخراطة 55 EMCO Concept Turn

31.....	1.III	مقدمة
31.....	2.III	وصف آلة الخراطة EMCO Concept Turn55
31.....	3.III	مكونات الآلة
32.....	4.III	المواصفات التقنية للآلة
33.....	5.III	دراسة لبعض أجزاء الآلة
33.....	1.5.III	لوحة المفاتيح

35.....	2.5.III . حامل أدوات (أقلام) الخراطة.
35.....	3.5.III . حامل القطعة (ظرف ثلاثي الفكوك).
36.....	6.III . العمليات المنجزة على الآلة.
36.....	1.6.III . عمليات خارجية.
36.....	2.6.III . عمليات داخلية.
37.....	7.III . بعض أدوات القطع لمخرطة EMCO Concept Turn 55
38	8.III . محاور الآلة
38	9.III . النقاط المرجعية للآلة.
39	10.III . تعريف البرمجة.
40	10.III . 1. التحرير المباشر للبرنامج (G/M code)
41	10.III . 1. 1. الوظائف التحضيرية (G code)
42	10.III . 1. 2. الوظائف التكميلية (M code)
44.....	10.III . 2. الحوار المباشر مع الآلة.
44.....	10.III . 3. رسم جانبية القطعة
45.....	11.III . خاتمة.

الفصل الرابع : الجزء التطبيقي: إنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة.

47	1.IV . مقدمة
47	2.IV . تقديم المنتج
47	3.IV . دفتر الشروط.
47	4.IV . السير المنطقي للصنع
49	5.IV . مراحل تصنيع القطعة.

49	6.IV. إعداد برنامج التصنيع
49	6.IV. 1. طريقة البرمجة برسم جانبية القطعة
49	6.IV. 1.1. مرحلة التصميم CAO
51	6.IV. 2.1. مرحلة التصنيع FAO
67	6.IV. 3.1. المحاكاة ثلاثية الأبعاد
68	6.IV. 4.1. إصدار البرنامج
69	6.IV. 2. طريقة البرمجة بالتحريير المباشر
73	الخاتمة العامة
75	المراجع
78	الملحق

فهرس الأشكال :

الفصل الأول: عموميات حول آلات التصنيع ذات التحكم العددي.

- الشكل 1.1: أول ماكينة التحكم العددي.....6
- الشكل 2.1: آلة التحكم العددي NC7
- الشكل 3.1 : آلة التحكم العددي بإستخدام الحاسب CNC7
- الشكل 4.1: التحكم العددي المباشر DNC8
- الشكل 5.1 : أجزاء آلات التحكم العددي9
- الشكل 6.1 : تشغيل موضعي.....9
- الشكل 7.1 : تشغيل في مسار خطي.....10
- الشكل 8.1 : تشغيل في مسار مستمر.....10
- الشكل 9.1 : تمثيل المحاور.....10
- الشكل 10.1 : تحكم مفتوح الحلقة.....11
- الشكل 11.1 : تحكم مغلق الحلقة.....12
- الشكل 12.1 : ماكينة القطع بالبلازما.....14
- الشكل 13.1 : ماكينة القطع بإستخدام المياه النفاثة.....14
- الشكل 14.1 : طابعة ثلاثية الأبعاد CNC.....14
- الشكل 15.1 : ماكينة التفريز CNC.....15
- الشكل 16.1 : ماكينة الخراطة CNC15

الفصل الثاني : برمجية CAMConcept.

- الشكل II.1 : كيفية الولوج إلى CAMConcept17

- الشكل II.2 : واجهة برمجية CAMConcept 18.....
- الشكل II.3 : الشاشة الإفتتاحية لبرمجية CAMConcept Turn 18.....
- الشكل II.4 : الشاشة الإفتتاحية لنظام FAO 22.....
- الشكل II.5 : نافذة ضبط الآلة 23.....
- الشكل II.6 : نافذة إدراج أدوات القطع 23.....
- الشكل II.7 : نافذة 3D-ToolGenerator 24.....
- الشكل II.8 : نافذة ضبط شكل وأبعاد الخامة 24.....
- الشكل II.9 : شجرة الدورات و المسارات 25.....
- الشكل II.10 : الشاشة الإفتتاحية للمحاكاة 26.....
- الشكل II.11 : نافذة تعديل 3D 26.....
- الشكل II.12 : نافذة الإعدادات 27.....
- الشكل II.13 : الشاشة الإفتتاحية CN 28.....
- الفصل الثالث: دراسة و برمجة على آلة الخراطة 55 EMCO Concept Turn.**
- الشكل III.1 : آلة الخراطة 55 EMCO Concept Turn 31.....
- الشكل III.2 : مكونات آلة 55 EMCO Concept Turn 31.....
- الشكل III.3 : لوحة مفاتيح الحاسب 33.....
- الشكل III.4 : نمط تركيب الأدوات 35.....
- الشكل III.5 : حامل القطعة 36.....
- الشكل III.6 : بعض العمليات المنجزة على الآلة 36.....
- الشكل III.7 : محاور الآلة 38.....
- الشكل III.8 : مراجع الآلة 38.....
- الشكل III.9 : كيفية تحديد الأبعاد المطلقة 43.....

- الشكل III.10: كيفية تحديد الأبعاد النسبية 44
- الفصل الرابع : الجزء التطبيقي: إنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة.**
- الشكل IV.1: تعيين نقاط المسار 49
- الشكل IV.2: رسم جانبية القطعة..... 50
- الشكل IV.3: تناظر جانبية القطعة..... 50
- الشكل IV.4: نافذة إختيار الآلة 51
- الشكل IV.5: نافذة إدراج أدوات القطع..... 52
- الشكل IV.6: نافذة ضبط أبعاد الخام..... 52
- الشكل IV.7: نافذة تموضع الأداة..... 53
- الشكل IV.8: نقطة تموضع الأداة..... 53
- الشكل IV.9: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التسوية 54
- الشكل IV.10: منحى تحديد سرعة الدوران 55
- الشكل IV.11: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التسوية 55
- الشكل IV.12: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التسوية 56
- الشكل IV.13: محاكاة ثلاثية الأبعاد لعملية التسوية..... 56
- الشكل IV.14: تحديد المسار 57
- الشكل IV.15: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية الخراطة الطولية..... 57
- الشكل IV.16: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية الخراطة الطولية 57
- الشكل IV.17: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية الخراطة الطولية 58
- الشكل IV.18: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التعنيق 58
- الشكل IV.19: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التعنيق 59

- الشكل IV.20: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التعنيق 59
- الشكل IV.21: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية اللولبة الخارجية 60
- الشكل IV.22: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية اللولبة الخارجية 60
- الشكل IV.23: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية اللولبة الخارجية 61
- الشكل IV.24: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية مركزة 61
- الشكل IV.25: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية مركزة 61
- الشكل IV.26: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية إنجاز مركزة 62
- الشكل IV.27: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التثقيب 62
- الشكل IV.28: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التثقيب 62
- الشكل IV.29: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التثقيب 63
- الشكل IV.30: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التثقيب الثانية 63
- الشكل IV.31: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التثقيب الثانية 63
- الشكل IV.32: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التجويف 64
- الشكل IV.33: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التجويف 64
- الشكل IV.34: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التجويف 64
- الشكل IV.35: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التجويف الثانية 65
- الشكل IV.36: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التجويف الثانية 65
- الشكل IV.37: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية القص 66
- الشكل IV.38: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية القص 66
- الشكل IV.39: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية القص 67
- الشكل IV.40: محاكاة ثلاثية الأبعاد للعمليات المنجزة 67

- الشكل IV.41: محاكاة ثلاثية الأبعاد للقطعة بـ 1/2 مسقط 68
- الشكل IV.42: نافذة export CN 68
- الشكل IV.43: نافذة إصدار البرنامج 69
- الشكل IV.44: نافذة ISO لتحرير البرنامج 70

فهرس الجداول :

الفصل الأول: عموميات حول آلات التصنيع ذات التحكم العددي.

جدول 1.1: مقارنة بين ماكينات التحكم العددي و الماكينات التقليدية.....12

الفصل الثاني : برمجية CAMConcept.

جدول 1.II: أدوات واجهة البرمجية CAMConcept Turn.....14

جدول 2.II : تعيين أيقونات واجهة CAMConcept Turn.....15

جدول 3.II : تعيين أيقونات نافذة CN.....28

الفصل الثالث: دراسة و برمجة على آلة الخراطة 55 EMCO Concept Turn.

جدول 1.III: مكونات الآلة32

جدول 2.III: المواصفات التقنية لالة 55 EMCO Concept Turn32

جدول 3.III: تعيين أزرار لوحة مفاتيح التحكم.....33

جدول 4.III: بعض أقلام الخراطة المستعملة في الآلة.....37

جدول 5.III: مختلف مراجع الآلة.....39

جدول 6.III : دلالة الحروف المكونة لسطر البرنامج.....40

جدول 7.III : أهم الوظائف التحضيرية (G code).....41

جدول 8.III : أهم الوظائف التكميلية (M code).....43

الفصل الرابع : الجزء التطبيقي: إنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة.

جدول 1.IV: سير صنع الجلبة الملولبة.....47

جدول 2.IV: تعيين إحداثيات نقاط المسار.....50

قائمة الإختصارات:

- MIT: Massachusetts Institute of Technology.
- ISO : International Organisation for Standardization.
- CNC : Computer Numerical Control.
- NC : Numerical Control.
- DNC : Direct Numerical Control.
- EMCO : Engineering Measurement Company.
- CAO : Conception Assistée par Ordinateur.
- FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur .
- CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur.
- DIN : Institut Allemand de Normalisation .
- PT : Préparation du Travail.
- 3D : 3 Dimensions.
- F : feed (mm/min).
- S : speed (tr/min).
- Vc : Vitesse de coup (m/min).

الإشكالية:

تعتبر الهندسة الميكانيكية من أهم وأوسع الفروع الهندسية التي تغطي مختلف مجالات الإنتاج و التصنيع، كما تساهم في بناء مجتمع صناعي حديث من خلال تطبيق تقنية التحكم العددي و البرمجة في العمليات الصناعية، التي باتت أمرا حاسما لتحسين الإنتاجية و جودة المنتجات .

و من أجل مواكبة التقدم الحاصل في ميدان الصناعات الميكانيكية و تحسين مضامين المناهج الدراسية قامت وزارة التربية الوطنية بتزويد معظم ثانويات الوطن بمخابر للهندسة الميكانيكية، و التي تحتوي على آلات تصنيع ذات التحكم العددي من بينها آلة خراطة EMCO Turn 55 و آلة تفريز EMCO Mill 55، إلا أنه لوحظ محدودية في إستخدام تلك الآلات من طرف الأساتذة و هذا راجع إلى عدم تحكمهم في إستعمالها و تشغيلها بشكل جيد، كما لاحظنا قلة إهتمام الأساتذة بمجال التحكم العددي بإعتباره غير مدرج في الإمتحانات الرسمية ، إضافة إلى أن البرمجة على هذه الآلات تتطلب مهارة عالية ، الأمر الذي أدى بوزارة التربية الوطنية إلى تنظيم ندوات و أيام تكوينية للأساتذة فيما يتعلق بعمليات التصميم ، التصنيع ، المحاكاة، و البرمجة على هذه الآلات من أجل الوصول إلى المستوى المطلوب.

مع إقترابنا من دخول ميدان التعليم الثانوي و جب علينا أن نكون على دراية بالأساسيات التي تقوم عليها البرمجة، و أن نولي إهتماما خاصا لإكتساب المهارات اللازمة لإستخدام هذه الآلات و العمل بها، السبب الذي جعلنا نختار البرمجة بإستعمال CAMConcept على آلة الخراطة EMCO Turn 55 كموضوع لمذكرتنا، إضافة إلى رغبتنا في تكوين أنفسنا و تحسين قدراتنا و معارفنا في هذا المجال، و المساهمة ولو بجزء صغير في جعل هذا العمل المتواضع كمرجع يستفيد منه زملائنا من أجل إكتساب الجدارات الأساسية و المقدرة الفنية على عمل و تنفيذ برامج تصنيع على ماكينة الخراطة CNC.

المقدمة العامة

المقدمة العامة:

يشهد عالمنا اليوم تطور معرفي و معلوماتي هائل في مختلف ميادين الحياة ، و يظهر هذا التطور بوضوح في القطاع الصناعي، مما أدى إلى ظهور ما يُعرف بماكينات التحكم العددي باستخدام الحاسب (CNC) ، تعتبر هذه الأخيرة الأحدث في عمليات التشغيل والتصنيع المختلفة والمنتشرة في المصانع و ورش الإنتاج، كما أنها تُعدّ مسلكا غنيا بالإمكانيات للتوصل إلى إخراج العنصر البشري من دائرة الإنجاز، و بالتالي تصنيع قطع معقدة بدقة عالية ، تعزيز الإنتاجية ، ربح الوقت و تقليل الخطأ البشري .

يتمحور موضوع مذكرتنا حول البرمجة بإستعمال CAMConcept على آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Turn 55 ، تحتوي المذكرة على ثلاث فصول نظرية و فصل رابع تطبيقي.

بداية بالفصل الأول الذي تناولنا فيه عموميات حول التحكم العددي و ذلك بإستعراض لمحة تاريخية عنه، و التطرق إلى أنظمته و بنية آلات القطع ذات التحكم العددي، بالإضافة إلى إجراء مقارنة بين آلات التشغيل التقليدية و تلك المتحكم فيها عدديا ، مع تسليط الضوء على مزايا و عيوب هاته الأخيرة، في الختام تكلمنا عن بعض أنواع آلات CNC المختلفة .

الفصل الثاني حُصص للتعريف ببرمجية CAMConcept وهي البرمجية المستعملة والمثبتة على جزء التحكم للآلة، حيث قمنا بوصف واجهة البرنامج بشرح مختلف أدوات التصميم و التصنيع FAO/CAO وكيفية إجراء محاكاة للعمليات المنجزة.

ينقسم الفصل الثالث من المذكرة إلى جزئين، الجزء الأول استعرضنا فيه آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Turn 55 وذلك بإبراز مختلف مكوناتها، خصائصها التقنية، عمليات التشغيل المتاحة عليها، مع دراسة محاور الحركة و النقاط المرجعية لهذه الماكينة.

أما الجزء الثاني إهتم بالبرمجة على الآلة محل الدراسة EMCO Concept Turn 55 ، أين تحدثنا فيه عن مختلف الطرق الممكنة للبرمجة ، من بينها البرمجة وفق نظام (ISO) بإستعمال الوظائف التحضيرية و التكميلية المتعلقة بآلة الخراطة ، كما تطرقنا إلى أسلوب التفاعل المباشر مع الآلة بإستعمال برمجية Easycycle ، و في النهاية تكلمنا عن أسلوب البرمجة عن طريق رسم جانبية القطعة .

الفصل الرابع والأخير عبارة عن جزء تطبيقي لإنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة بطريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى تمثلت في رسم جانبية القطعة بإستعمال برمجية CAMConcept التي تعتمد على رسم و تصميم القطعة،

تحديد أدوات القَطع و إختيار الدورات المناسبة، ثم تنفيذ عمليات المحاكاة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد قصد التحقق من صحة البرنامج ليتم تصديره و نقله للآلة، أما الطريقة الثانية فهي كتابة البرنامج بإستعمال الوظائف التحضيرية و التكميلية G/M code ، و من ثم إستخلاص النتائج لكل طريقة.

إختتمنا مذكرتنا بخاتمة عامة قدمنا من خلالها رؤية شاملة و موجزة لموضوع بحثنا و أجرينا فيها مقارنة بين الطريقتين المتبعتين في إنجاز برنامج تصنيع الجلبة الملولبة.

الهدف من عملنا هذا هو إكتساب معرفة شاملة بلغات البرمجة و كيفية إنجاز برنامج بإستعمال CAMConcept التي تعتبر من أبرز و أكثر اللغات أهمية في إنشاء برامج تشغيلية في مجال التصنيع الحديث، كذلك التعرف على آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Turn 55 المزودة في معظم مخابر ثانويات الوطن لشعبة تقني رياضي هندسة ميكانيكية، و هذا ما ساعدنا على الصعيد المهني مستقبلا مما جعله أن يكون هدفا ثانيا لنا .

الفصل الأول:
عموميات حول آلات التصنيع
ذات التحكم العددي

1.1. مقدمة:

لتلبية متطلبات التصنيع الحديث أدخلت تكنولوجيات متطورة على وسائل الإنتاج أين ظهرت آلات التحكم العددي، و ذلك لوجود محدودية لإمكانيات الآلات التقليدية في إنتاج أشكال معقدة و دقيقة ، و بهذا يعد ظهور تقنية التحكم العددي أحد أبرز القفزات الحاصلة في ميدان الصناعة.

هذا ما سنتطرق إليه في الفصل الأول حول التطورات التاريخية التي لازمت هذه التقنية بداية من ماكينات التحكم العددي (NC) إلى الماكينات المبرمجة بالحاسب (CNC) وصولاً إلى ماكينات ذات التحكم العددي المباشر (DNC)، مع التعرف على الفروق بين الماكينات التقليدية وتلك المتحكم فيها عددياً و تصنيفاتها، والتركيز على مزايا و عيوب هاته الماكينات، وفي الأخير سنلقي نظرة على بعض أنواع آلات التحكم العددي.

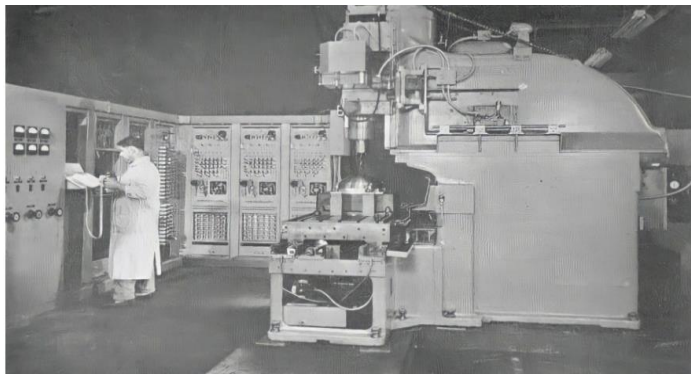
2.1. تاريخ و مراحل تطور تقنية التحكم العددي:

في السنوات التي تلت الحرب العالمية الثانية ثبت بوجه خاص عجز الماكينات التقليدية عن إنتاج قطع في غاية الدقة لأشكال هندسية معقدة، تشكل أجزاء من الطائرات الحربية وهذا ما فتح الباب على مصرعيه لظهور ما سمي بالتحكم العددي.

لقد تم أول تطوير لهذه التقنية في الفترة ما بين 1948 و 1952م في معهد ماسوشوست للتكنولوجيا (MIT) بالتعاون مع شركة جون بارسون (*John Parsons*) للطائرات بالولايات المتحدة الأمريكية، فتم تصنيع أول ماكينة للتحكم العددي تعمل بواسطة شريط متقرب و كان ذلك في عام 1952 م .

في 1954م تم الإعلان رسمياً عن تطبيق تقنية التحكم العددي ، وبعدها بحوالي ثلاث سنوات أنتجت أول ماكينة وكانت جاهزة للإستخدام ، بحلول عام 1960 م كانت هذه التقنية قد لقيت قبولا واسعا وأصبح في مقدور الجهات الراغبة إستخدامها، الحصول عليها دون عائق [1].

و في الشكل 1.1 يظهر أول ماكينة التحكم العددي.

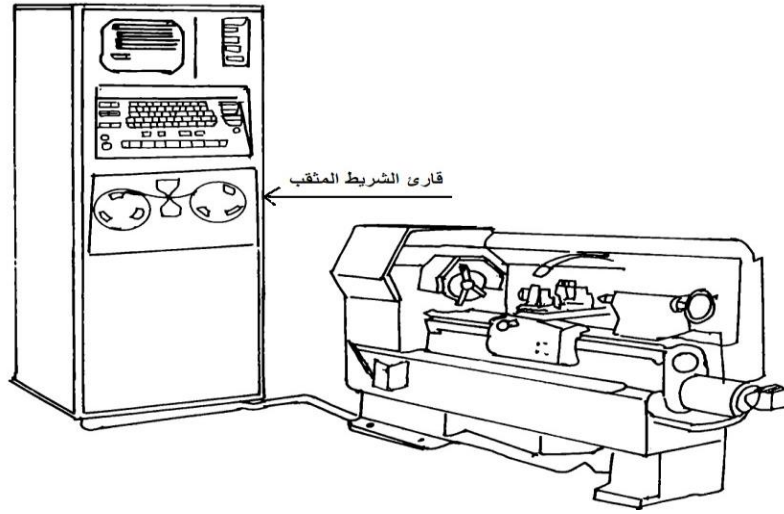


الشكل 1.1 : أول ماكينة التحكم العددي [2].

3.1. أنظمة التحكم العددي:

1.3.1. التحكم العددي (NC) :

هو صورة من صور الأتمتة القابلة للبرمجة حيث يتم التحكم في معدات التصنيع بواسطة برنامج خاص بالقطعة المراد إنتاجها، يكون البرنامج في شكل أرقام وحروف ورموز يحفظ على هيئة شريط مثقب تتم قراءته بواسطة وحدة التحكم في الماكينة ، أي تعديل في البرنامج يحتاج الى إعادة كتابة برنامج جديد [3] .
يُظهر الشكل 2.1 ماكينة التحكم العددي التي يتم فيها حفظ البرنامج على شريط مثقب .

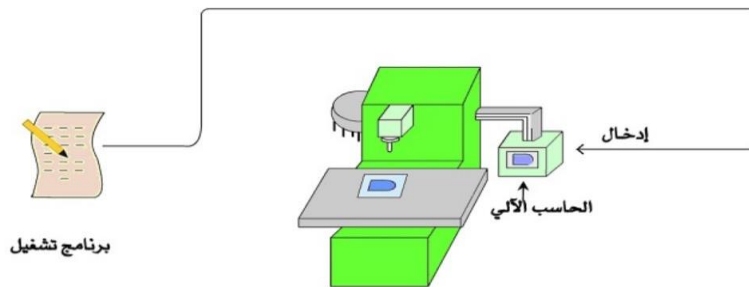


الشكل 2.1 : آلة التحكم العددي NC [4].

2.3.1. التحكم العددي باستخدام الحاسب (CNC) :

التحكم العددي بالحاسب CNC يحتفظ بنفس المبادئ الأساسية لماكينات التحكم العددي NC لكن مع إضافة حاسب بوحدة التحكم له ذاكرة لتخزين البرامج فهو جزء لا يتجزأ من الماكينة ، إذ يمكن برمجة ماكينة التحكم العددي مباشرة باستخدام لوحة مفاتيح الكمبيوتر، مما أدى إلى إلغاء الإعتماد على الشريط المثقب و أجهزة قراءته البطيئة في تنفيذ البرامج، تتميز هذه الماكينات بسهولة تحديث و تعديل البرامج [3].

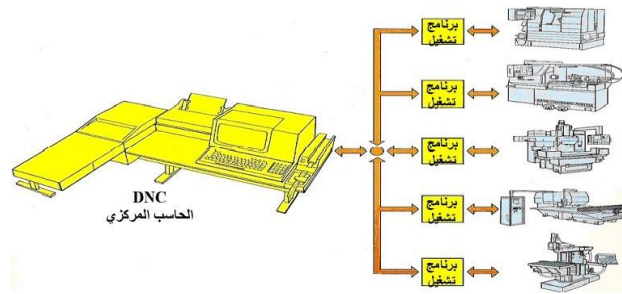
الشكل 3.1 يظهر آلة التحكم العددي باستخدام الحاسب CNC.



الشكل 3.1 : آلة التحكم العددي باستخدام الحاسب CNC [5].

3.3.1. التحكم العددي المباشر (DNC) :

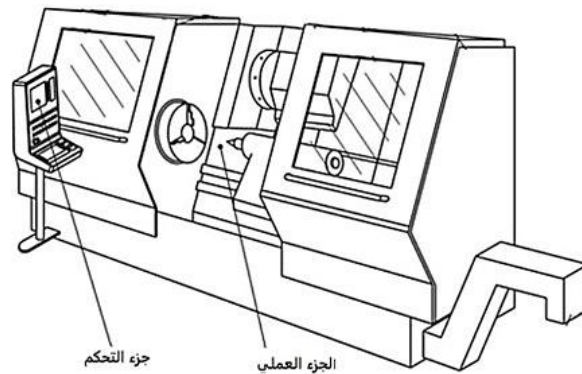
هو نظام تصنيع يقوم فيه حاسب واحد بالتحكم في عدة ماكينات يسمى بالحاسب المركزي، يوضع في مكان بعيدا عن الماكينات، حيث ينتقل برنامج القطعة المراد إنتاجها من ذاكرة الحاسب مباشرة إلى ماكينة التحكم العددي المحددة [1] ، و الشكل 4.1 يظهر التحكم العددي المباشر DNC.



الشكل 4.1 : التحكم العددي المباشر DNC [5].

4.1. بنية آلات التحكم العددي:

تتكون أي ماكينة CNC من جزئين أساسيين كما يظهره الشكل 5.1 :



الشكل 5.1: أجزاء آلات التحكم العددي.

4.1.1. الجزء العملي:

تتم فيه عملية التشغيل، حيث يتكون من:

- مثبت خاص بقطعة العمل (الطرف في المخرطة، الملزمة في المفرزة...).
- حامل أدوات القطع و قد يحمل حتى 12 أداة.
- باب الماكينة لحماية العامل من الرأش المتطاير.
- زر توقف الماكينة عند الطوارئ [6].
- محركات لقيادة الطاومات خاصة بكل محور.

- مستشعر الموضع الذي يوفر معلومات في أي وقت عن موضع العنصر المتحرك على كل محور .
- مستشعر السرعة الذي يقيس سرعة الدوران [4].

4.1. 2. جزء التحكم :

- و الذي يتم من خلاله التحكم في الجزء العملي و إدخال البرامج ، حيث يتكون من :
- لوحة التحكم : لضبط الماكينة كالتحكم في سرعة الدوران و سرعة التغذية بنسبة مئوية معينة .
- لوحة مفاتيح: لإدخال التعليمات و كتابة البرامج .
- شاشة: لعرض جميع البيانات [6].

5.1. تصنيف آلات التحكم العددي:

يتم تصنيف آلات التحكم العددي حسب:

5.1. 1. نوع التشغيل :

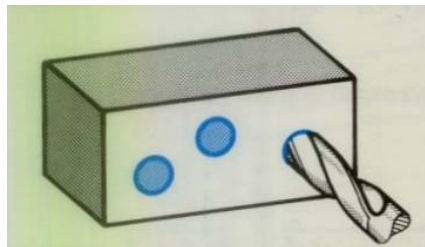
و هو ثلاثة أنواع .

➤ تشغيل من نقطة إلى نقطة (تشغيل موضعي):

يُعد هذا النظام من أبسط النظم وأقلها تكلفة، بحيث تنتقل أداة القطع من موضع إلى آخر دون نزع المادة و من دون مراعاة سرعة الأداة و المسار المتبع، فبمجرد وصول الأداة إلى النقطة المطلوبة تبدأ عملية التشغيل. رغم عدم أهمية مسار الأداة المتبع إلا أنه يجب التأكد في عملية البرمجة من عدم إصطدام أداة القطع بالقطعة و التجهيزات التي تثبتها [1].

مثال:

ماكينات التثقيب ذات التحكم الرقمي بالحاسب مبينة في الشكل 6.1 :



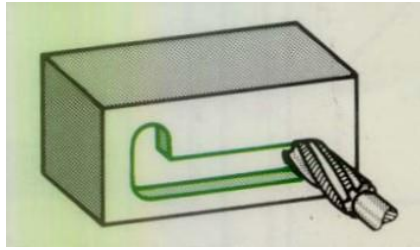
الشكل 6.1: تشغيل موضعي [1].

➤ تشغيل في مسار خطي :

يسمح هذا النوع بإنجاز عمليات الصنع ذات حركات تقدم مستقيمة و موازية لمحاورها بسرعة متحكم فيها، و لا تسمح بإنجاز أي عملية صنع ذات مسار كفي، و يظهر هذا النوع من التشغيل في الشكل 7.1.

مثال:

آلة تفريز [4].



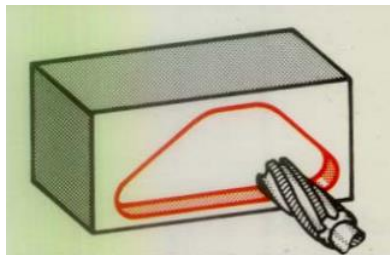
الشكل 7.1: تشغيل في مسار خطي [1].

➤ تشغيل في مسار مستمر:

هذا النوع من أنواع التشغيل هو أكثر الأنواع تعقيدا و أكبرها تكلفة ، يمكن لهذا النظام إنجاز كل من نظام التشغيل الموضعي و المسار الخطي ، كما يمكن من ضبط موقع أداة القطع على محاور متعددة و في وقت واحد، حيث أن لكل محور محرك خاص به، تتيح هذه المرونة إنشاء مسارات مائلة، منحنية ، دائرية كما هو موضح في الشكل 8.1.

مثال:

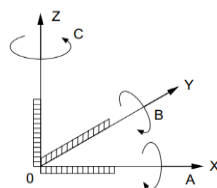
آلة تفريز [4].



الشكل 8.1: تشغيل في مسار مستمر [1].

5.1. 2. عدد المحاور:

يتم تصنيف آلات التحكم العددي حسب عدد المحاور، بحيث يُمثّل كل محور حركة إنتقال أو دوران و يُعيّن بحرف وعلامة (+) أو (-) ، تُحدد محاور الإنتقال بـ X، Y، Z، بينما تُحدد محاور الدوران بـ A، B، C كما هو موضح في الشكل 9.1 [3].



الشكل 9.1: تمثيل المحاور .

➤ نظام تحكم ثنائي المحاور:

تعد ماكينات CNC ذات محورين من أهم أنظمة CNC المتاحة، تسمح هذه الآلات بالوصول إلى محورين فقط.

➤ نظام تحكم ثلاثي المحاور:

لهذه الآلات ثلاث محاور إنتقالية: المحور X، المحور Y والمحور Z، تعمل في وقت واحد بمستويات عالية من الدقة، يمكن لهذه الآلة تشغيل الأسطح الستة لقطعة موشورية و لكن يجب إعادة تثبيتها.

➤ نظام تحكم رباعي المحاور:

بالإضافة إلى المحاور الإنتقالية الثلاثة X، Y، Z، يتم استخدام محور دوران إضافي (A، B، C) حول أحد المحاور السابقة، هذا النظام مناسب للقطع على شكل قوس.

➤ نظام تحكم خماسي المحاور:

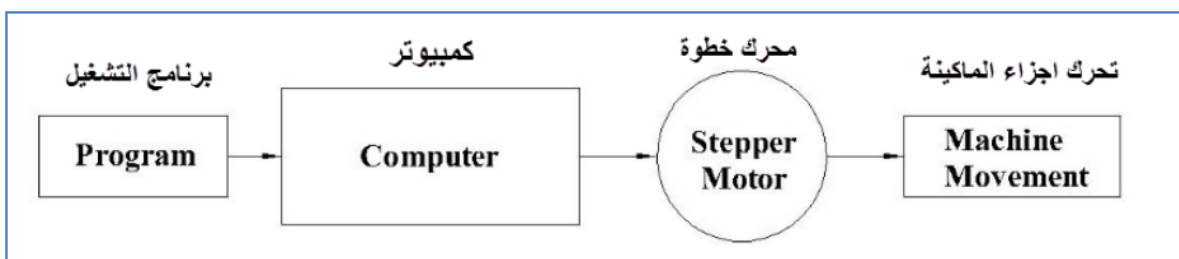
إن أنظمة التحكم ذات المحاور الخمسة عبارة عن آلات ثلاثية المحاور ذات محورين دوران إضافيين، يمكن لهذه الآلات إنتاج أجزاء معقدة ودقيقة [7].

1. 5. 3. نوع التحكم:

حيث نميز نوعان.

➤ تحكم مفتوح الحلقة:

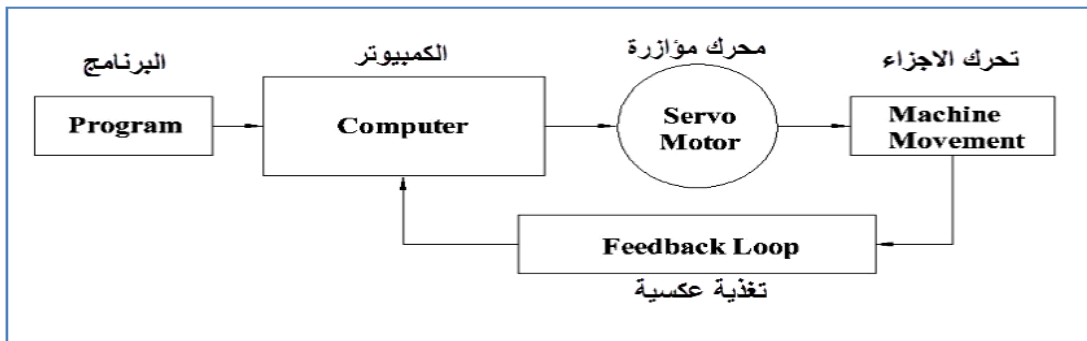
يُستعمل في هذا النظام محرك خطوة، مشكلته هي صغر عزم الدوران، فعند تعرضه لضغوط عالية يحدث إنزلاق أو فشل في الحركة مما يؤدي إلى عدم القدرة على تحديد الموضع الحقيقي لمكان تواجد الجزء المتحرك، كما أن هذا النظام لا يقوم بمراقبة الحركة الفعلية و تصحيح الأخطاء، وبالتالي تفقد الماكينة موضع الإحداثيات الصحيح، فهو مناسب فقط لماكينات CNC الصغيرة ومتوسطة الحجم و يظهر الشكل 10.1 تحكم مفتوح الحلقة [8].



الشكل 10.1: تحكم مفتوح الحلقة.

➤ **تحكم مغلق الحلقة:**

هذا التحكم يُستعمل فيه محرك المؤازرة له نظام التغذية الخلفية للكشف المباشر عن الإزاحة الفعلية المقاسة للجزء المتحرك و إرجاعها إلى جهاز التحكم الرقمي ومقارنتها مع قيمة تعليمة البرنامج المُدخلة، ومن ثم استخدام الفرق في تصحيح الخطأ و تحقيق الحركة الدقيقة، فمثلا لو برمجنا مسافة مقدارها 3mm فإن الكمبيوتر يعطي أمر للمحرك لبدأ الدوران ولا يتوقف حتى يتأكد أن المسافة الفعلية للحركة هي 3mm ، يمتاز هذا النوع من المحركات بعزمه القوي وبالتالي القدرة على القطع بسرعات عالية ولا يحدث فيه أي إنزلاق أو تجاوز في الحركة و يظهر الشكل 11.1 تحكم مغلق الحلقة [8].



الشكل 11.1: تحكم مغلق الحلقة.

1. 6. الفرق بين ماكينات التحكم العددي و الماكينات التقليدية:

في الجدول 1.1 سنوضح الفروقات بين الماكينات التقليدية و تلك المتحكم فيها عدديا.

جدول 1.1 : مقارنة بين ماكينات التحكم العددي والماكينات التقليدية [9].

الماكينات التقليدية	ماكينات التحكم العددي CNC
تعتمد جودة القطع على خبرة المشغل.	جودة إنهاء عالية.
من الصعب وأحياناً المستحيل إنتاج أجزاء ذات أشكال هندسية معقدة.	القدرة على تصنيع أجزاء هندسية معقدة.
يُسير المشغل آلة واحدة فقط.	يمكن تسيير عدة آلات من قبل شخص واحد.

ليست هناك حاجة للتحقق باستمرار من القياسات على الرسومات.	يجب على المشغل الرجوع بانتظام إلى الرسم التعريفي للتحقق من القياسات.
سلامة أكبر للمشغل.	يجب ضمان سلامة المشغل من خلال تدابير تشغيل محددة .
إمكانية محاكاة عملية القطع التي سيتم تنفيذها لضمان التصنيع الصحيح للقطعة.	لا يمكن محاكاة عملية التصنيع.
تقليل من جهد المشغل.	المزيد من الأعمال الصعبة من الناحية التقنية والجهد.
تكلفة الآلات والصيانة مرتفعة جدا.	تكلفة الآلات والصيانة معقولة.
إنتاج كميات كبيرة.	تصنيع عدد محدود من القطع.

7.1. مزايا ماكينات CNC:

- التحكم المتزامن لكل المحاور .
- دقة قياسات عالية و القدرة على تكرار تشغيل قطع بنفس المواصفات.
- وقت ضبط و تجهيز الماكينة قصير مما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية .
- تقليل تكلفة المراقبة لجودة المنتج.
- يمكن إعادة برمجة آلات CNC بسهولة لإستيعاب التغييرات التصميمية أو إنتاج قطع مختلفة، مما يجعلها مرنة وقابلة للتكيف.
- تقليل الأخطاء و منه تقليل المرفوضات [6].

8.1. عيوب ماكينات CNC:

- إن عيوب إستخدام ماكينات CNC قد تكون قليلة ولكن لها بعض النقاط السلبية ، نذكر منها:
- التكلفة الكبيرة للماكينة و كذلك تكاليف تركيبها الإبتدائية.
- قطع غيار ماكينات CNC غالية الثمن.
- ثمن باهظ لمتطلبات الإصلاح و الصيانة نتيجة التكنولوجيا العالية في تصميم وتصنيع مثل هذه الماكينات.

- يجب توفير عمال على أعلى مستوى من التدريب للتعامل مع هذا النوع من الماكينات [8].

9.1. أنواع آلات التحكم العددي :

كما ذكرنا سابقا أن ماكينات التحكم العددي لها العديد من المزايا و تقوم بتشغيل أشكال و معادن مختلفة ،هذه التعددية أدت إلى وجود أكثر من نوع من ماكينات CNC نذكر منها :

9.1. 1. آلة القطع بالبلازما:

توفر آلات القطع بالبلازما CNC السرعة والدقة العالية في قطع القِطْع، حيث يتم التشغيل عن طريق إذابة المادة المراد قطعها بإستخدام شعلة البلازما ذو درجة حرارة عالية كافية لذوبان المادة ، تتم حركة القطع بطريقة آلية وهذا عن طريق إتباع برنامج تشغيلي على عكس عندما كان العمل يدويا، تقتصر عملية القطع بالبلازما على المواد الموصلة (النحاس،الألمنيوم ،الصلب والفولاذ...) و تظهر ماكينة القطع بالبلازما في الشكل 12.



الشكل 12: ماكينة القطع بالبلازما.

9.1. 2. آلة القطع بضخ الماء :

أسلوب العمل على هذه الآلة غير ملوث للبيئة ، يكون القطع عن طريق ضخ الماء أو خليط من الماء ومادة كاشطة (الرمل) بسرعة و ضغط عاليين ، تستخدم هذه التقنية مع المواد اللينة أو القاسية والحساسة لدرجات الحرارة العالية، دقة التشغيل في هذه الماكينة ازدادت نظرا لإستخدام التكنولوجيا وإدخال الحاسب الآلي و تظهر ماكينة القطع باستخدام المياه النفاثة في الشكل 13.



الشكل 13: ماكينة القطع باستخدام المياه النفاثة.

9.1. 3. طابعات ثلاثية الأبعاد 3D :

يتم استخدام عمليات CFAO لتصميم ورسم المنتج، ومن ثم استخدام طابعة CNC ثلاثية الأبعاد لإنتاج هذا التصميم، يقوم الطارد بدفع البلاستيك الساخن من خلال فتحة صغيرة طبقة تلو الأخرى حتى إنتهاء العملية ، يظهر الشكل 14. طابعة ثلاثية الأبعاد CNC.



الشكل 14: طابعة ثلاثية الأبعاد CNC.

9.1. 4. آلة التفريز ذات التحكم العددي:

تستخدم آلات تفريز CNC أدوات قطع متعددة الأسنان لإزالة المادة من القطعة وتشغيلها بدقة وفقاً للمواصفات المطلوبة، في عمليات التفريز تدور أداة القطع وتثبت الشغلة، توفر آلات التفريز CNC دقة كبيرة وإنتاج أشكال معقدة يكاد يكون من المستحيل تحقيقها باستخدام آلات التفريز التقليدية، في الشكل 15 . تظهر ماكينة تفريز CNC.



الشكل 15: ماكينة تفريز CNC.

9.1. 5. آلة الخراطة ذات التحكم العددي:

تقوم آلة الخراطة بعمليات قطع سريعة ودقيقة في تصنيع قطع معقدة لا يمكن صنعها على المخارط التقليدية، يتم تشغيل القطع الأسطوانية عن طريق إعطاء الحركة الدورانية للقطعة و الحركة الانتقالية للأداة حيث هناك عدة طرق للبرمجة على هاته الماكينات [10] و تظهر ماكينة الخراطة CNC في الشكل 16.



الشكل 16: ماكينة الخراطة CNC.

10.1. خاتمة:

قدمنا في هذا الفصل نظرة شاملة حول تقنية التحكم العددي ، بما في ذلك تاريخها و هيكله الآلات التي تعمل بهذه التقنية، مع ذكر الجوانب الإيجابية و السلبية المرتبطة بها، بالإضافة إلى استعراض بعض أنواع آلات التحكم العددي المختلفة.

الفصل الثاني :

CAMConcept برمجية

1.II. مقدمة:

في عمليات التصنيع التقليدية كانت الرسومات الهندسية تُعد من قبل رسام ثم يقوم المهندس التقني بوضع خطة التشغيل بشكل منفصل تماما، كان ذلك يستغرق وقتا طويلا و يتسبب في تكرار الجهود المبذولة من قبل العاملين، لكن مع التطور التكنولوجي تم استخدام وسائل جد متقدمة مثل الحاسوب لتسهيل عمليات التصميم والتصنيع CFAO حيث أن:

CAO: هو النظام الذي يتم عبره رسم و تصميم نماذج هندسية بدقة و مشاهدتها من حيث الشكل، اللون و الحجم.
FAO : يُستخدم لتحديد الأدوات و عمليات التشغيل، و يقوم بتحويل التصميم النظري إلى تعليمات برمجية، مما يساهم في تقليل الخطأ الإنساني، و بالتالي تحسين جودة المنتجات و زيادة الإنتاجية.
من أبرز البرامج التي ظهرت لدعم هذا النظام، نجد برمجية CAMConcept و التي سننترق إليها في هذا الفصل و نتعرف على مختلف أوامر التصميم و التصنيع المتاحة بها.

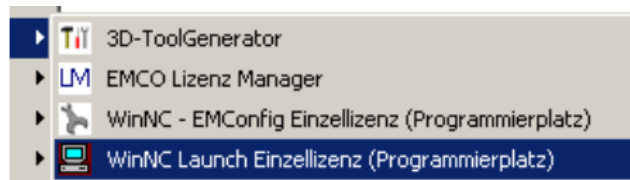
2.II. تعريف برمجية CAMConcept:

هو برنامج للتصميم و التصنيع المدعم بواسطة الحاسب يجمع بين الوظيفتين FAO/CAO، يُعتبر برنامج متكامل و إحتراقي في تصميم مجسمات هندسية ثنائية و ثلاثية الأبعاد و مشاهدتها بشكل واقعي إلى أقصى حد، بالإضافة إلى تحليل خطوات التصنيع و تحويلها إلى برنامج تشغيلي.

يعدّ CAMConcept المشغل الأساسي لسلسلة آلات EMCO من بينها مخرطة EMCO Concept Turn 55 [11].

3.II. واجهة برمجية CAMConcept:

بعد الإنتهاء من تثبيت CAMConcept على نظام التشغيل Windows، نذهب إلى عرض قائمة Démarrer والنقر على WinNC Launch كما هو مبين في الشكل 1.II.



الشكل 1.II : كيفية الولوج إلى CAMConcept.

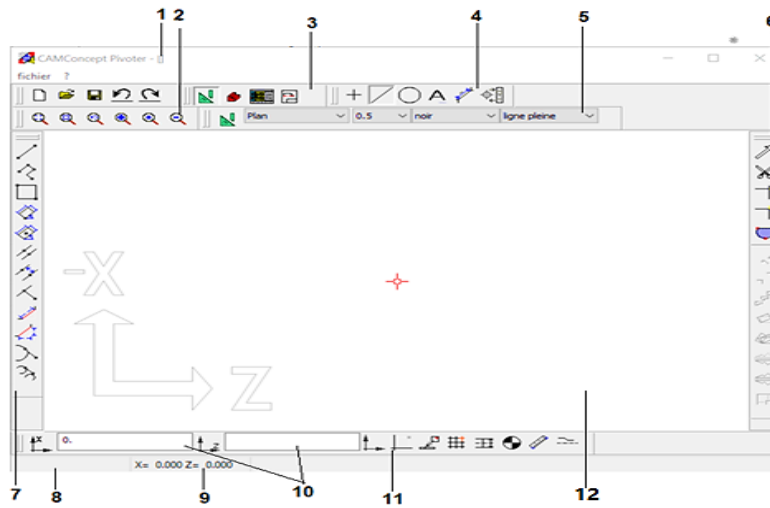
فتظهر لنا واجهة أين يتم إختيار آلة التفريز CAMConcept Mill أو آلة خراطة CAMConcept Turn ثم النقر على موافق (OK) كما هو موضح في الشكل 2.II.



الشكل 2. II : واجهة برمجية CAMConcept .

4. II. واجهة برمجية CAMConcept Turn :

بعد إختيار CAMConcept Turn تظهر نافذة عليها مختلف الأدوات [12] .



الشكل 3. II : الشاشة الإفتتاحية لبرمجية CAMConcept Turn .

تعيين العناصر المرقمة في الشكل 3. II موضحة في الجدول 1. II :

جدول 1. II : أدوات واجهة البرمجية CAMConcept turn .

أدوات الرسم	7	إسم البرنامج	1
مجال التحرير	8	أدوات المشاهدة	2
تعيين الوضعية السابقة	9	الانتقال من اسلوب إلى آخر - CAO-FAO- CN-PT	3
حجز الأحداثيات	10	أدوات CAO	4
أدوات الإحداثيات	11	خصائص الخط	5
مساحة الرسم	12	أدوات التحرير	6


5.II. تعيين أيقونات واجهة CAMConcept Turn :

في الجدول 2.II شرح لمختلف الأيقونات [12] :













جدول 2.II : تعيين أيقونات واجهة CAMConcept Turn.

تصغير خطوة بخطوة		أمر غير نشط	
CAO أسلوب التصميم المدعم بالحاسب		أمر نشط	
FAO أسلوب التصنيع المدعم بالحاسب		صفحة جديدة	
CN التحكم العددي		فتح الملفات	
PT تحضير العمل		حفظ	
إحداثيات ديكارتية / قطبية		رمز إلغاء الأوامر الأخيرة	
احداثيات ديكارتية مطلقة / نسبية		رمز إستعادة الأوامر الملغاة	
إحداثيات قطبية مطلقة / نسبية		تكبير أوتوماتيكي	
إدراج نقطة		تكبير العناصر المحددة بمستطيل	
مسك النقاط		إلغاء التكبير/التصغير الأخير	
تغيير المرجع		تحديد مركز جديد محدد بسهم ذو أربعة رؤوس	
مسطرة قياس البيانات الهندسية بين نقطتين		تكبير خطوة بخطوة	

6.II. مختلف أوامر التصميم CAO :

بالضغط على الرمز  يتم تنشيط أوامر CAO [12] .

• أدوات الضبط والتعديل:

نسخ عنصر	نقل عنصر	حذف	إنشاء تهشير	زاوية قائمة	تقاطع	فصل عناصر	تحديد
							
			السلم	عكس و نسخ	عكس عنصر	تدوير و نسخ	تدوير عنصر
							

• قائمة النقط + :

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




• قائمة الخطوط / :


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

• قائمة الدائرة : 

قوس دائرة (نقطة البداية, نقطة النهاية ونصف القطر) 	دائرة بمركز ونصف قطر 
قوس دائرة (نقطة البداية, نقطة النهاية ومركز) 	دائرة بمركز ونقطة 
إدراج نصف قطر. 	دائرتين متمحورتين. 
استدارة. 	قوس دائرة (نقطة البداية, نقطة النهاية ونقطة من القوس) 





• قائمة النص : 

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

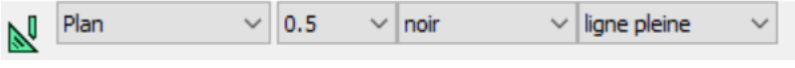
• قائمة أدوات القياس : 

تحديد قيمة الزاوية. 	تحديد الأبعاد أفقيا. 
تحديد القطر. 	تحديد الأبعاد عموديا. 
تحديد نصف القطر. 	التحديد الحر للأبعاد. 
ضبط تحديد الأبعاد. 	

• قائمة الرموز :

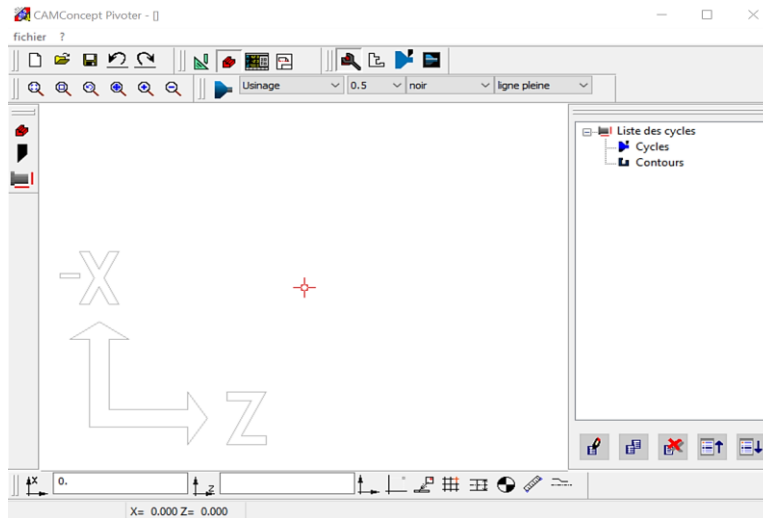
فتح ملف	ملف جديد	تسمية الملف	حذف الملف
			

• خصائص الخط :

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

7.II. مختلف أوامر التصنيع FAO :

بالضغط على الرمز  يتم تنشيط أوامر FAO فتظهر الشاشة الموضحة في الشكل 4.II [12].




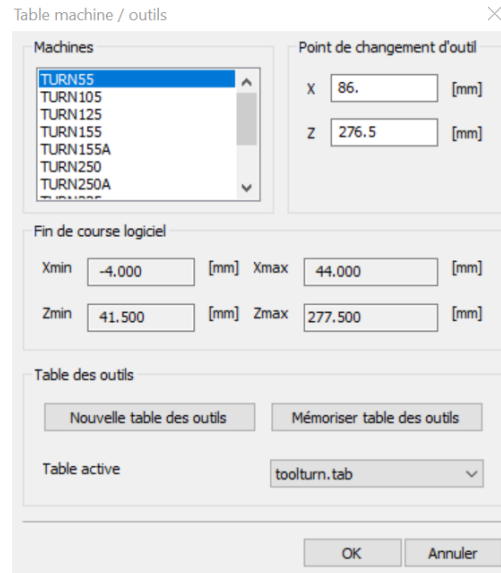
الشكل 4.II : الشاشة الإفتتاحية لنظام FAO .

7.II.1. أيقونة الضبط :

بالضغط على أيقونة الضبط تظهر الأوامر التالية:


• ضبط الآلة:

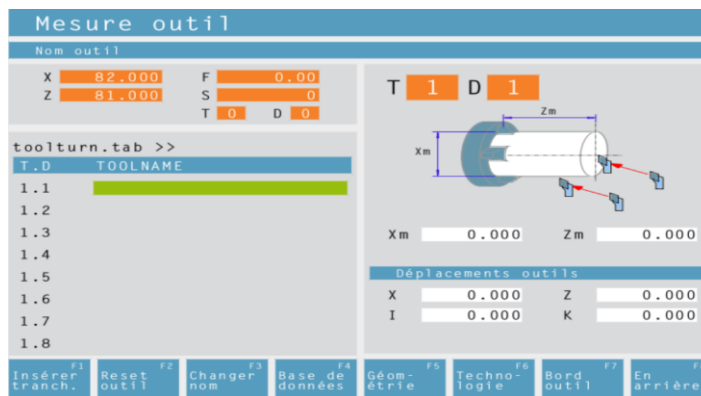
بعد الضغط على الرمز ، يتم فتح نافذة " ضبط الآلة " تمكنا من ضبط و إختيار نوع آلة التحكم العددي.



الشكل II.5 : نافذة ضبط الآلة .

• إدراج أدوات القطع :

بعد الضغط على الرمز  تظهر لنا نافذة تمكنا من إدراج و ضبط أدوات القطع على آلة التحكم العددي [12].



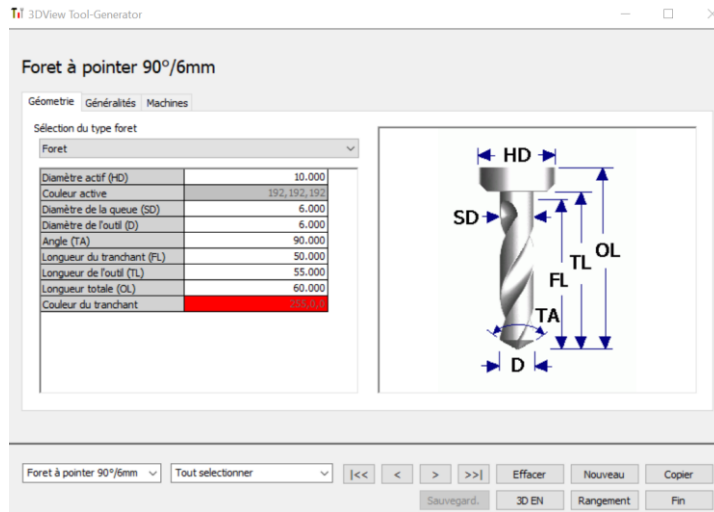
الشكل II.6 : نافذة إدراج أدوات القطع.

ملاحظة :

يمكن تعديل أبعاد أدوات القطع (زاوية الحد القاطع، طول و عرض الحد القاطع، طول حامل الأداة،...) و


إدراج أدوات جديدة غير متاحة في البرمجية من خلال 3D-ToolGenerator  من قائمة Démarrer

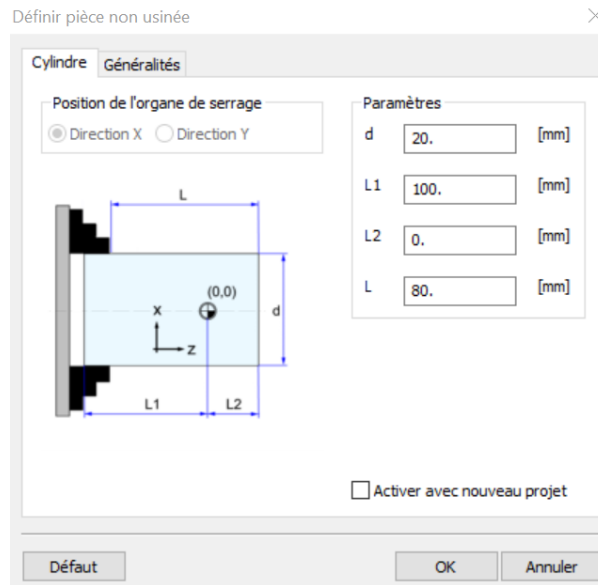
كما هو مبين في الشكل II.7.




الشكل 7. II : نافذة 3D-ToolGenerator.





- ضبط شكل وأبعاد الخامة :

بعد النقر على هذا الرمز،  يمكن ضبط أبعاد القطعة الخام من خلال النافذة الموضحة في الشكل 8. II.



الشكل 8. II : نافذة ضبط شكل وأبعاد الخامة [12].

7. II. 2. أيقونات تحديد المسار : 

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

7.II. 3. أيقونات الدورات :

تغيير المرجع 	التسوية 	اللولة 
التموضع 	دورة خرط 	الخرطة وفق مسار 
التثقيب 	تعنيق ، قطع 	برمجة وفق نظام ISO 

7.II. 4. شجرة الدورات و المسارات:

هي نافذة موجودة على يمين شاشة البرمجية، تحتوي على قائمة الدورات المنجزة و مسارات التصنيع ، تكون بشكل منظم و مرتب ، حيث نجد أسفل هذه النافذة ما يلي :

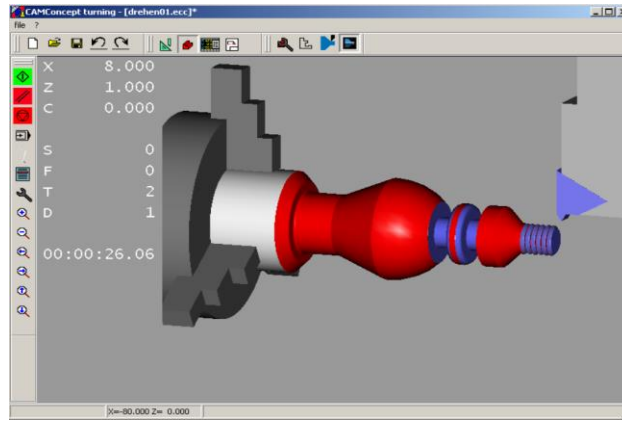


1. تعديل الدورة او المسار .
2. نسخ الدورة او المسار .
3. حذف الدورة او المسار .
4. تقديم الدورة .
5. تأخير الدورة .

الشكل 9.III : شجرة الدورات و المسارات.

7.II. 5. المحاكاة :

هي نمذجة ثلاثية الأبعاد لعملية تشغيل إفتراضية للقطعة، عن طريق مشاهدة فيديو يُظهر حركة أداة القطع، السطوح الناتجة مميزة بألوان، سرعة القطع و التغذية، رقم الأداة و معامل التصحيح ، مدة التصنيع و كذلك عرض الأخطاء الممكن حدوثها لتصحيحها قبل نقل البرنامج لماكينة التشغيل، فتظهر نافذة المحاكاة في الشكل 10.II.

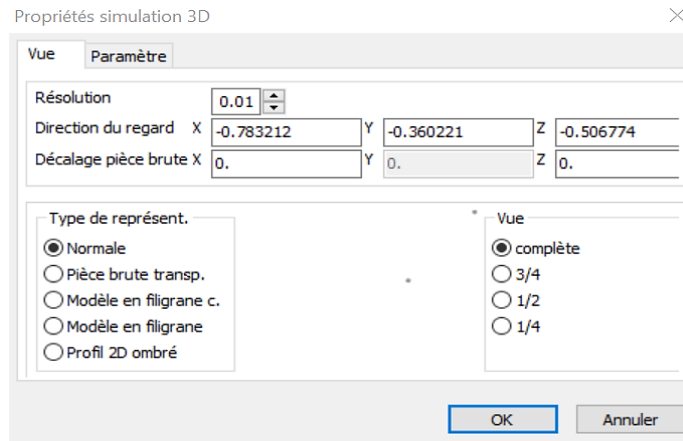


الشكل 10.11: الشاشة الافتتاحية للمحاكاة.

تحتوي نافذة المحاكاة على:

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

بالنقر على تظهر نافذة الموضحة في الشكل 11.11:


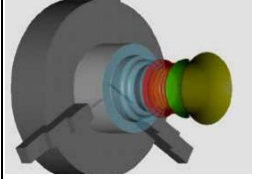
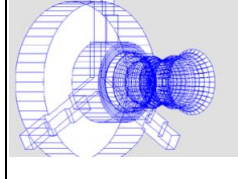
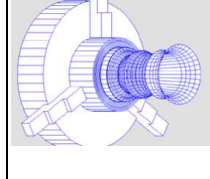
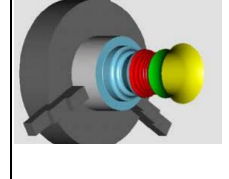


الشكل 11.11: نافذة تعديل 3D.

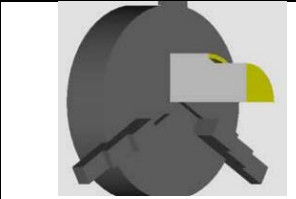
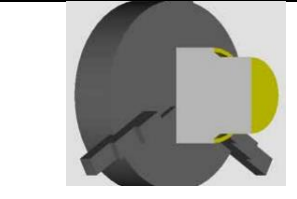
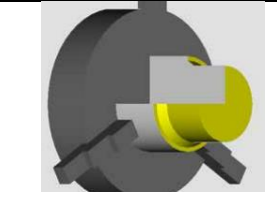
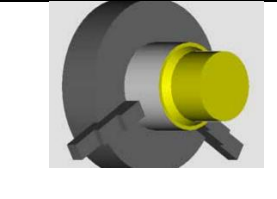
تحتوي هذه النافذة على إعدادات خاصة بـ:

- جودة الصورة و التي تتراوح من 0.01 إلى 0.3.
- زاوية مشاهدة القطعة على كل من المحاور X ، Y ، Z [12].

- نوع العرض :

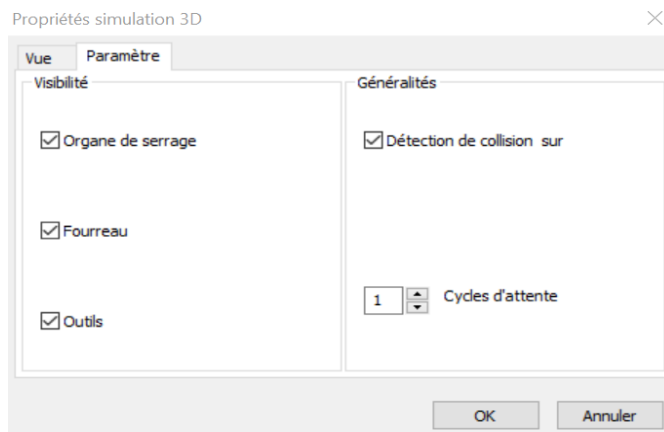
				
عرض 2D	عرض شفاف	عرض مائي متقطع	عرض مائي	عرض عادي

- مشاهدة القطعة :

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


بالنقر على paramètre تظهر النافذة الموضحة في الشكل 12.II و التي تحتوي على :

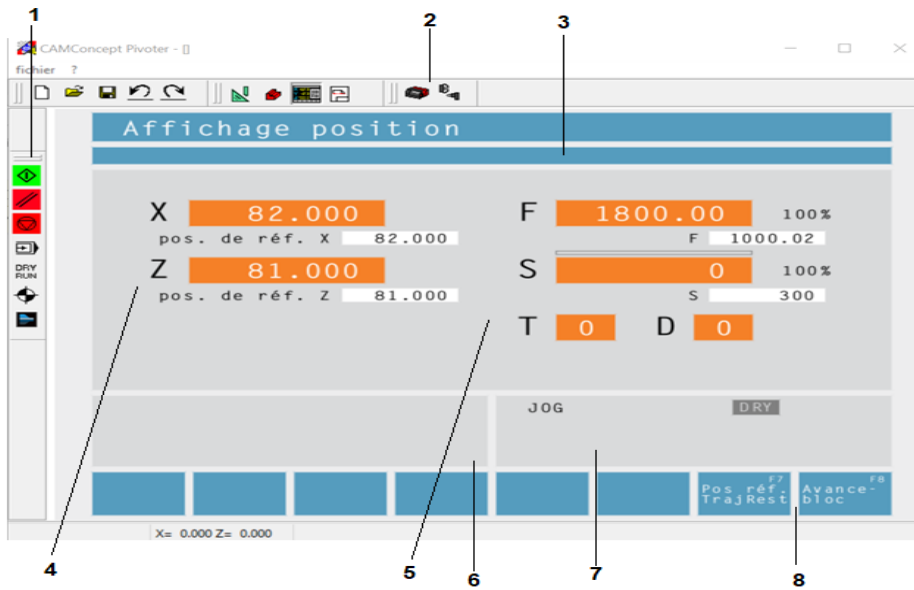
- إظهار / إخفاء الفكوك .
- إظهار / إخفاء الفرش.
- إظهار / إخفاء أداة القطع .
- إظهار / إخفاء رسائل التنبيهات.
- سرعة المحاكاة [12] .



الشكل 12.II: نافذة الإعدادات .

8.II. أوامر التحكم العددي CN :

بالضغط على الرمز  تظهر نافذة CN الموضحة في الشكل 13.II.



الشكل 13.II: الشاشة الإفتتاحية CN.

و تحتوي على العناصر الموضحة في الجدول 3.II :

جدول 3.II : تعيين أيقونات نافذة CN [12].


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




• قائمة اللواحق : 

بالضغط على هذه الأيقونة تظهر الرموز التالية:

				
تقدم / رجوع الذنب المضادة	فتح / غلق الفكوك	الدوران الأيمن لعمود الدوران	توقف عمود الدوران	الدوران الأيسر لعمود الدوران
				
تشغيل / توقف المحركات	تدوير حامل الادوات	التبريد	فتح / غلق الباب أوتوماتيكيا	التهوية

II.9. أوامر تحضير العمل PT:

بالضغط على الرمز  يتم تنشيط أوامر PT [12].

 إعدادات خاصة	 طباعة الرسومات	 طباعة جدول الأدوات
--	--	--

II.10. خاتمة:

إستكملنا شرح الفصل الثاني بوصف النوافذ المختلفة الموجودة على برمجية CAMConcept ، و التي تعد واحدة من أهم البرامج التي تدعم نظام التصميم و التصنيع بالحاسب.

الفصل الثالث:

دراسة و برمجة على آلة الخراطة

EMCO Concept Turn 55

1.III. مقدمة:

الفصل الثالث قمنا بتقسيمه إلى جزئين، سنهتم في الجزء الأول بدراسة ماكينة الخراطة EMCO Turn 55 المتوفرة في الثانويات، و إبراز مختلف مكوناتها و مواصفاتها التقنية ، كما سنتناول فيه العمليات الممكنة على هذه الآلة ، محاورها والنقاط المرجعية الخاصة بها.

أما في الجزء الثاني خصصناه للتعرف على مفهوم البرمجة و مختلف أنواعها المتاحة على هذه الآلة، حيث تكلمنا فيه عن البرمجة اليدوية من خلال التحرير المباشر للبرنامج التشغيلي و كذلك البرمجة الآلية بإستعمال برمجيات التصميم والتصنيع المدعم بالحاسب الآلي CFAO .

الجزء الأول: آلة الخراطة ذات التحكم العددي EMCO Concept Turn 55.

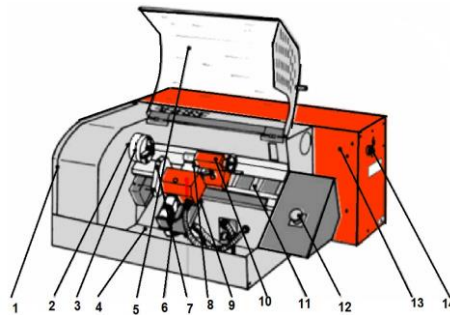
2.III. وصف آلة الخراطة EMCO Concept Turn 55:

عبارة عن مخرطة CNC تعمل حسب محورين X و Z و هي آلة بيداغوجية تعليمية و ليست إنتاجية، يتم التحكم فيها بواسطة الكمبيوتر، التصميم و التصنيع على هذه الآلة يوافق المعايير الصناعية، كما تمتاز هذه الآلة بتصميم بسيط و واضح مما يسهل على المشغلين تعلم كيفية تشغيلها بسرعة و تظهر الآلة في الشكل 1.III [13].



الشكل 1.III: آلة الخراطة EMCO Concept Turn 55 .

3.III. مكونات الآلة :



الشكل 2.III: مكونات آلة EMCO Concept Turn 55.

تعيين العناصر المرقمة في الشكل 2.III موضحة في الجدول 1.III:

جدول 1.III: مكونات الآلة [13].

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 الأدوات	14	زر التشغيل

4.III. المواصفات التقنية للآلة :

الجدول 2.III يوضح بعض مواصفات وخصائص ماكينة التحكم الرقمي EMCO Concept Turn 55.

جدول 2.III: المواصفات التقنية لآلة EMCO Concept Turn 55.

لون الآلة	أحمر، رمادي فاتح ، أسود	
وزن الآلة	85	Kg
إرتفاع الآلة	400	mm
طول × عرض	695 × 840	mm
الجهد الكهربائي	230/115	V
انحرافات الجهد	10- / 5+	%
التواتر	60/50	Hz
استطاعة المحرك الرئيسي ذو التيار المتناوب	750	Watt
سرعة عمود الدوران	4000 . 120	Tr/min
عزم محور الدوران الاقصى	14	N.m
قطر الظرف	ø74	mm
مشوار انتقال العربة على المحور X	48	mm

mm	236	مشوار انتقال العربة على المحور Z
m/min	2 - 0	سرعة العربة على Z / X
N	1000	قوة التقدم على Z / X
mm	215	الطول الأقصى لقطعة العمل
	8	جيوب حامل الادوات
	4/4	تركيب الادوات الداخلية / الخارجية

5.III. دراسة لبعض أجزاء الآلة :

1.5.III. لوحة المفاتيح :

تظهر لوحة المفاتيح في الشكل 3.III [13]:



الشكل 3.III: لوحة مفاتيح الحاسب.

في الجدول 3.III توضيح لوظيفة أزرار لوحة المفاتيح :

جدول 3.III: تعيين أزرار لوحة مفاتيح التحكم.

الوظيفة	أزرار لوحة المفاتيح الأبجدية
اختيار المحور X	X
اختيار المحور Y	Y
اختيار المحور Z	Z
برمجة سرعة التغذية F	F
برمجة سرعة عمود الدوران S	S

برمجة رقم الأداة T	T
برمجة قيمة التصحيح D	D
تشغيل عمود الدوران	Alt B
تشغيل عمود الدوران في الاتجاه المعاكس	Alt B مع تأجيل طفيف
توقيف عمود الدوران	Alt V
نزع حامل الأداة يدويا	Alt K
انتقال المؤشر	
مفاتيح وظائف برمجية CamConcept	
التأكيد و الدخول	
انتقال وفق المحور Z	
انتقال وفق المحور Y	
انتقال وفق المحور X	
تشغيل سطر بسطر (bloc à bloc)	SBL 
تخطي مرحلة أو مراحل من البرنامج	Skip 
إنطلاق البرنامج	NC – start 
توقيف برنامج التشغيل حذف رسائل الإنذار	Reset 

بالنسبة لأزرار لوحة المفاتيح الرقمية و عندما يكون قفل الأرقام مفتوح تكون وظيفتها كالتالي:

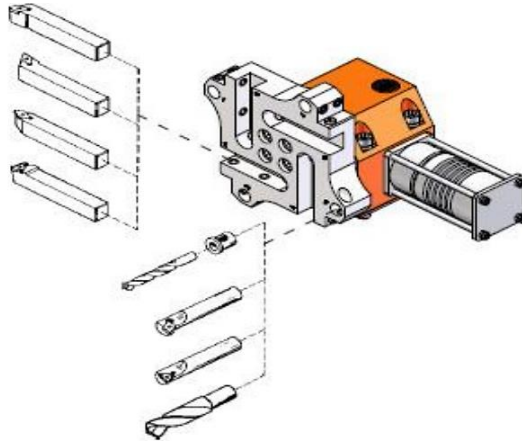
حجز القيم العددية	
تخفيض النسبة المئوية لسرعة التغذية	-
زيادة النسبة المئوية لسرعة التغذية	+
تخفيض النسبة المئوية لسرعة الدوران	Ctrl -

III.2.5. حامل أدوات (أقلام) الخراطة :

تركب الأدوات يدويا على حامل (مغير) الأدوات الموضح في الشكل III.4 و الذي يحتوي على ثمانية جيوب مرقمة من 1 إلى 8 حيث :

- الجيوب المرقمة 2 - 4 - 6 - 8 مخصصة لأدوات الخراطة الخارجية.
- الجيوب المرقمة 1 - 3 - 5 - 7 مخصصة لأدوات الخراطة الداخلية.

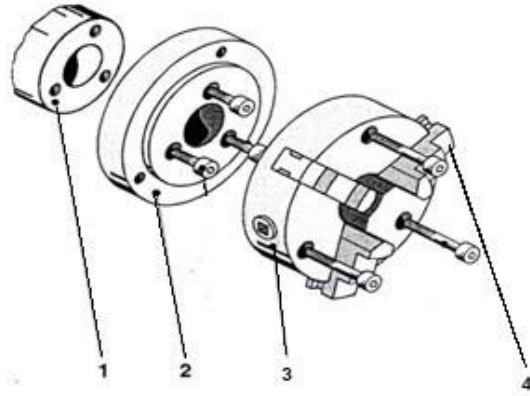
ترتيب الأدوات داخل الجيوب يكون وفق الترتيب الموجود في برمجية CAMConcept، فإذا كان ترقيم أداة الخراط هو T2 فينبغي أن تكون هذه الأداة في الجيب 2.



الشكل III.4: نمط تركيب الأدوات [13].

III.3.5. حامل القطعة (ظرف ثلاثي الفكوك):

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



الشكل III.5: حامل القطعة [13].

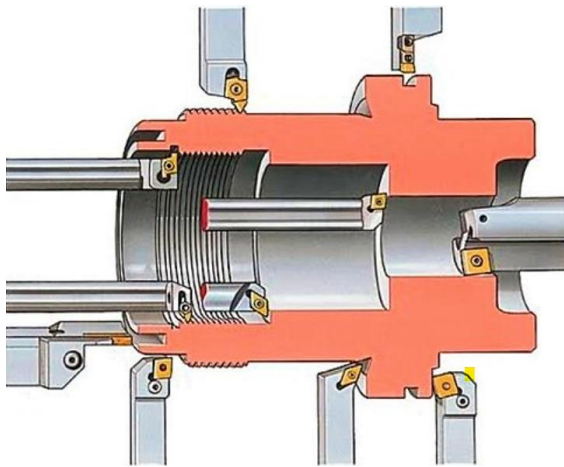
III.6. العمليات المنجزة على الآلة :

هناك العديد من العمليات التي يمكن إنجازها على مخرطة ذات التحكم العددي أهمها:

III.6.1. عمليات خارجية:

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

III.6.2. عمليات داخلية:






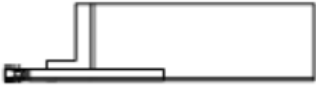

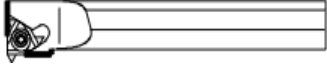
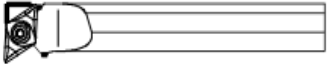
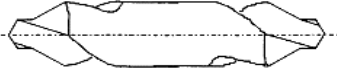

- إنجاز مركزة.
- تثقيب.
- تجويف.
- تبييت.
- لولبة داخلية [14].

الشكل III.6: بعض العمليات المنجزة على الآلة [15].

7.III . بعض أدوات القطع لمخرطة EMCO Concept Turn 55 :

في الجدول 4.III بعض أقلام الخراطة المستعملة في الآلة [16].

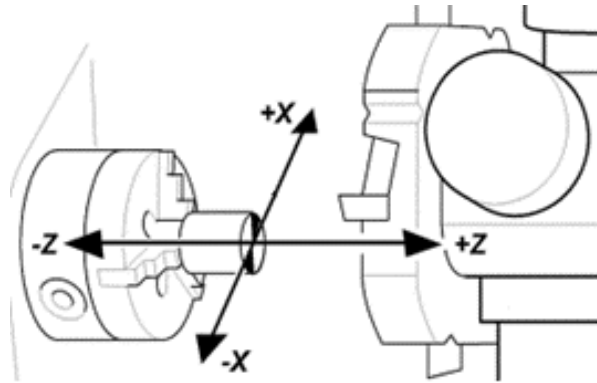
جدول 4.III: بعض أقلام الخراطة المستعملة في الآلة.

تمثيلها	إسم الأداة
	قلم خرط يميني
	قلم خرط يساري
	قلم خرط محايد
	أداة عنق خارجي
	أداة لولبة خارجية
	أداة لولبة داخلية
	أداة تجويف
	أداة مركزة
	أداة تثقيب

8.III. محاور الآلة:

يقف المشغل خلف الماكينة، حيث محور عمود الدوران هو محور أفقي فإننا نعتبره المحور Z ، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى نجد أن حركة أداة القطع نحو الظرف (حركة طولية) تمثل الإتجاه السالب للمحور Z، بينما حركتها مبتعدة عن الظرف تمثل الإتجاه الموجب ، كذلك الإتجاه الموجب للمحور X هو موضع أداة القطع بالقرب من العامل، بينما السالب هو موضعها مبتعدة عن العامل (حركة عرضية) [1].

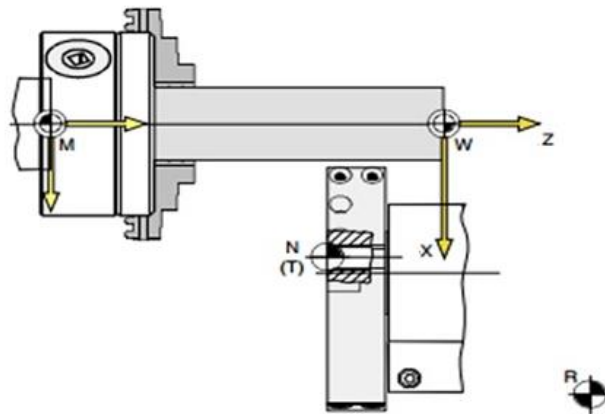
محاور الآلة مبينة في الشكل 7.III:



الشكل 7.III: محاور الآلة [6].

9.III. النقاط المرجعية للآلة :

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



الشكل 8.III: مراجع الآلة.

في الجدول 5.III مفهوم لمراجع الآلة الأساسية [17]:

جدول 5.III: مختلف مراجع الآلة.

هي نقطة مصممة من طرف المصنع، تمثل مبدأ نظام الإحداثيات.	مرجع الآلة M.	
نقطة إنطلاق الأبعاد في برنامج القطعة، يمكن للمستعمل تحديدها بكل حرية، توجد في مقدمة القطعة.	مرجع القطعة W.	
مصمم من طرف المصنع موجود في مقدمة حامل الأدوات، وهو نقطة الانطلاق لقياس طول الأدوات.	مرجع قياس الأدوات N أو T.	
وضعية موجودة في حيز التشغيل ومحدد بواسطة ملتقطات نهاية المشوار، عند إطفاء الآلة و إعادة تشغيلها أو القيام بتدخلات يدوية يجب دائما إرساء كل العربات عند هذه النقطة.	نقطة المرجع R.	

الجزء الثاني: البرمجة على آلة الخراطة EMCO Concept Turn 55.

10.III. تعريف البرمجة:

البرمجة هي لغة آلة CNC و هي في الأساس وثيقة تختص بتخطيط و ترتيب العمليات المطلوب إجراؤها بواسطة الماكينة للحصول على القطعة المعنية ، ويمكننا أن نصنف نوعية المعلومات التي يحتويها البرنامج إلى ثلاثة أنواع كما يلي:

- ✓ معلومات خاصة بعلاقة أداة القطع و قطعة الشغل من حيث الموقع والاتجاه ومقدار الإزاحة .
- ✓ معلومات خاصة بالسرعات كسرعة القطع ، سرعة التغذية.
- ✓ معلومات متنوعة ضرورية لتوفير بيانات متكاملة وشاملة ، مثل إختيار أداة القطع بما في ذلك الدورات المناسبة ، وإستخدام سوائل التبريد [1] .

يُنجز المبرمج برامج تشغيل بإحدى الطرق التالية :

- الإعداد المباشر للبرنامج التشغيلي :

باستعمال الوظائف التحضيرية و التكميلية G/M code و تكون كتابته :

- على لوحة مفاتيح الآلة .
- أو على حاسوب منفصل و يتم إدراج البرنامج في الآلة في هذه الحالة بواسطة اللواحق (القرص المرن، خط الشبكة RS232).

• الإعداد غير المباشر للبرنامج التشغيلي :

- عن طريق الإستعانة ببرمجيات التصميم والتصنيع المدعم بالحاسب الآلي CFAO من بينها:
- الأسلوب الحوارى (Mode conversationnel) .
- الأسلوب الهندسي للجانبية (Programmation Géométrique de profil) [18].

III.10.1. التحرير المباشر للبرنامج (G/M code):

من أكثر لغات البرمجة شيوعاً، تبدأ بالحرف G يليه أحرف أخرى تُمثل أوامر مختلفة، مكونة بذلك سطر للبرنامج (Block) و الذي يتكون من قسمين :

- الدوال - الإحداثيات.

- البيانات التكنولوجية.

فيما يلي مثال لتكوين سطر في البرنامج:

N20 G01 X20 Z40 F0.15 S800 T0202 M04

الدوال و الاحداثيات

البيانات التكنولوجية

يوضح الجدول III.6 شرح الحروف المكونة لسطر البرنامج:

جدول III.6 : دلالة الحروف المكونة لسطر البرنامج.

الحروف	الدلالة
N	رقم سطر البرنامج
G	وظيفة تحضيرية
M	وظيفة تكميلية
X	انتقال حسب X

انتقال حسب Y	Y
انتقال حسب Z	Z
نصف القطر الذي تصنعه الآلة	R
رقم الأداة	T
معامل تصحيح الأداة	D
سرعات عمود الدوران	S
سرعات التغذية	F

ملاحظة:

بالنسبة للأداة يمكن أن تتكون سلسلة الأرقام من خانتين أو أربع خانات، فالرقمان الأوليان يحددان رقم الأداة أما الرقمان الأخيران فيحددان معامل تصحيح الأداة [19].

10.III. 1.1. الوظائف التحضيرية (G code):

في الجدول 7.III أهم الوظائف التحضيرية وفق نظام ISO :

جدول 7.III : أهم الوظائف التحضيرية (G code) [20].

الوظائف	التعيين
G00	إنتقال سريع للأداة دون تشغيل
G01	إنتقال خطي للأداة مع التشغيل
G02	إنتقال دائري في إتجاه عقارب الساعة
G03	إنتقال دائري عكس عقارب الساعة
G04	توقيف مؤقت
G20	البرمجة بإحداثيات قطبية
G21	البرمجة بإحداثيات كارتيزية
G22	البرمجة بإحداثيات أسطوانية
G23	إنتقال دائري محدد بثلاث نقاط

دورة اللولبة	G33
إلغاء تكملة نصف القطر	G40
تكملة نصف القطر للقلم اليساري	G41
تكملة نصف القطر للقلم اليميني	G42
دورة التشطيب المحوري	G64
دورة إنجاز عنق	G65
البرمجة بالإنش	G70
البرمجة بالمليمتر	G71
إلغاء الدورات	G80
دورة إنجاز مركزة	G81
دورة إنجاز ثقب	G83
دورة لولبة داخلية	G84
دورة تجويف	G85
البرمجة المطلقة	G90
البرمجة النسبية	G91
تحديد سرعة الظرف	G92
التغذية بالمليمتر/ إنش في الدقيقة	G94
التغذية بالمليمتر/ إنش في الدورة	G95
سرعة القطع ثابتة متر في الدقيقة	G96
سرعة دوران الظرف دورة في الدقيقة	G97

III.10.1.2. الوظائف التكميلية (M code) :

في الجدول III.8 أهم الوظائف التكميلية وفق نظام ISO :

جدول 8.III : أهم الوظائف التكميلية (M code) [20].

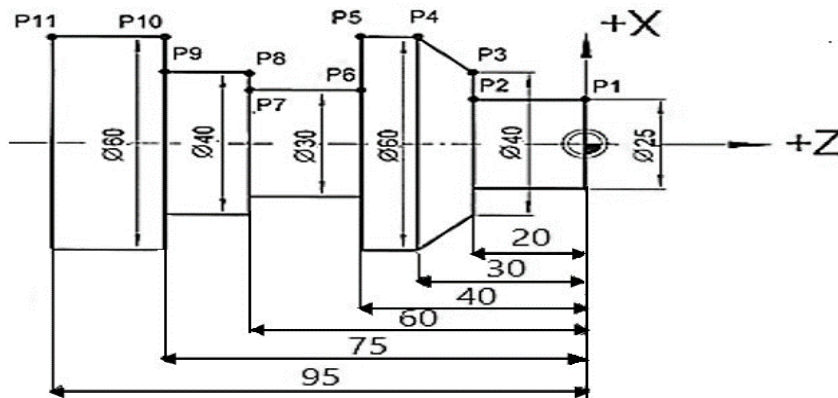
الوظائف	التعيين
M00	توقيف البرنامج مؤقتا
M01	توقيف برنامج اختياري
M02	انتهاء البرنامج
M03	دوران الظرف في اتجاه عقارب الساعة
M04	دوران الظرف عكس عقارب الساعة
M05	توقيف الظرف
M06	تغيير الأداة
M08	تشغيل سائل التبريد
M09	إيقاف سائل التبريد
M30	نهاية البرنامج الرئيسي

➤ أنواع البرمجة:

أ. برمجة مطلقة G90:

تُسند الأبعاد دائما إلى نقطة صفر القطعة، و تكتب قيمة البعد على المحور X دائما على هيئة قطر كامل \emptyset

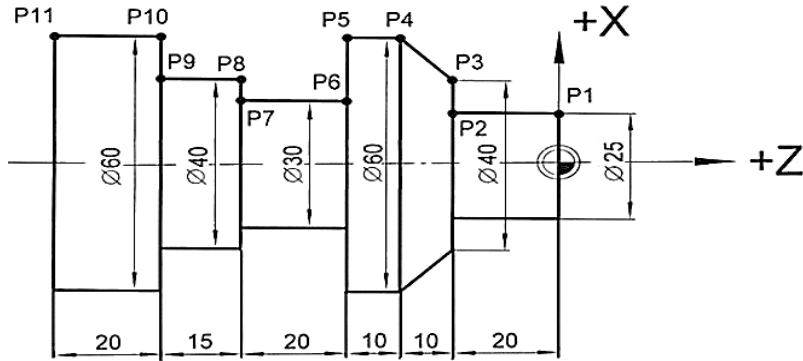
كما هي مبينة في الشكل 9.III.



الشكل 9.III: كيفية تحديد الأبعاد المطلقة [19].

ب . برمجة نسبية G91 :

تُسند الأبعاد إلى آخر نقطة كانت عليها أداة القَطْع، و تكتب قيمة البعد على المحور X دائما على هيئة نصف القطر R كما هي مبينة في الشكل 10.III.



الشكل 10.III: كيفية تحديد الأبعاد النسبية [19].

10.III.2. الحوار المباشر مع الآلة :

الأسلوب الحواري يسمح للمشغل بإنشاء برنامج في وقت أقل دون الحاجة إلى إستخدام لغة مشفرة، تتم هذه الطريقة بإستعمال بعض البرمجيات مثل برمجية Easycycle ، حيث تعتمد هذه الطريقة على واجهة تفاعلية للحوار المباشر مع الآلة و التي تحتوي على مجموعة من الدورات و يتعين على المبرمج إدخال بعض المعلومات كسرور القطع (سرعات الدوران ، التغذية و عمق التمريرة،...) مع إختيار الأدوات المناسبة. يسمح هذا النوع من البرمجة بإختبار صحة البرنامج و التحقق مما إذا كان يحتوي على أخطاء و معلومات ناقصة أو أدوات غير مناسبة، و ذلك من خلال إجراء محاكاة تسمح للمشغل بمشاهدة نتيجة برمجته، و في حالة وجود خطأ ما، فإنه يقدم تحذيرا محددًا بالمشكلة ويقدم المساعدة لحلها [21].

10.III.3. رسم جانبية القطعة :

هي عملية تصنيع رقمية عكس ما كان في السابق من عمليات تصميم يدوية، تُتيح للمصمم إنشاء نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد للمنتجات والقطع المراد تصنيعها، تساعد هذه التقنية على معاينة شكل المُنتج بكافة تفاصيله على الحاسب قبل تصنيعه ، مما أدى إلى تحسين جودة المنتجات وتبسيط خطط التصنيع اللازمة. تتم هذه الطريقة بإعداد نماذج هندسية بدقة مباشرة على شاشة الآلة عبر مرحلتين أساسيتين:

- مرحلة التصميم : أين يتم رسم جانبية القطعة كخطوة أولى بإستعمال أدوات التصميم بالحاسب.

- مرحلة التصنيع : هي بمثابة الخطوة التي تلي مرحلة التصميم، يتم فيها إختيار أدوات القطع و إنشاء مسارات أدوات التشغيل من خلال إدراج مجموعة من الإحداثيات التي سوف تتبعها الأداة أثناء عملية التشغيل مع تحديد سرعات القطع والتغذية، في الأخير إجراء محاكاة لفحص إن كان النموذج يحتوي على أخطاءٍ قد تؤثر على عملية التصنيع، ليترجم هذا الرسم إلى تعليمات برمجية G-code يتم نقلها للآلة من أجل تنفيذها لتحويل الكتلة الخام إلى المنتج النهائي المطلوب [22،23].
- من البرامج التي تدعم نظام التصميم و التصنيع بالحاسب CFAO نجد برمجية CAMConcept .

III.11. خاتمة:

هكذا إستكملنا شرحنا للفصل الثالث أين تعرفنا على مكونات آلة الخراطة و خصائصها التقنية ، و الطرق الممكنة للبرمجة عليها .

الفصل الرابع: الجزء التطبيقي
إنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة

1.IV. مقدمة:

بعد مناقشة طرق البرمجة على آلة الخراطة بصفة نظرية، أردنا تطبيق طريقتين من هذه الطرق و إجراء مقارنة بينهما لإختيار الطريقة المثلى للتصنيع ، للإجابة على هذا التساؤل إختارنا إنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة، حيث تعتمد الطريقة الأولى على رسم جانبية القطعة بإستعمال برمجية CAMConcept إنطلاقا من مرحلة التصميم ثم مرحلة التصنيع وصولا إلى المحاكاة ، ليتم في الأخير معالجة وتحويل التصميم النموذجي للجلبه إلى تعليمات برمجية و إصدارها حسب نظام ISO .

أما الطريقة الثانية فتمثلت في كتابة البرنامج لنفس القطعة بتوظيف بعض من الوظائف التحضيرية و التكميلية على نافذة التحرير المباشر الموجودة على البرمجية المستعملة سابقا.

2.IV. تقديم المنتج :

المنتج محل الدراسة عبارة عن جلبة ملولبة ممثلة حسب الرسم التعريفي في الصفحة الموالية.

3.IV. دفتر الشروط:

نريد إنجاز 500 قطعة شهريا، لمدة 5 سنوات.

القطعة حُصل عليها عن طريق الدرفلة.

مادة صنعها [Al Cu 4Mg Si 4] -2017 EN AW .

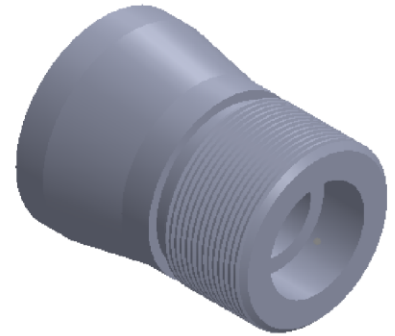
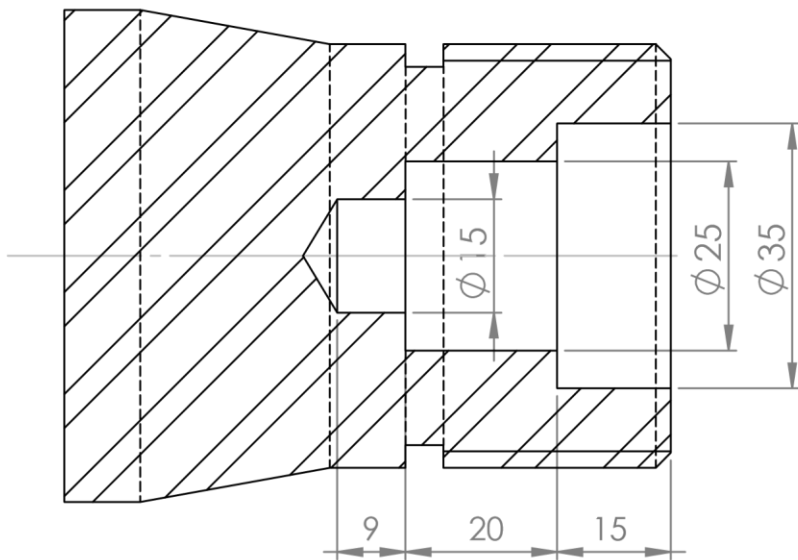
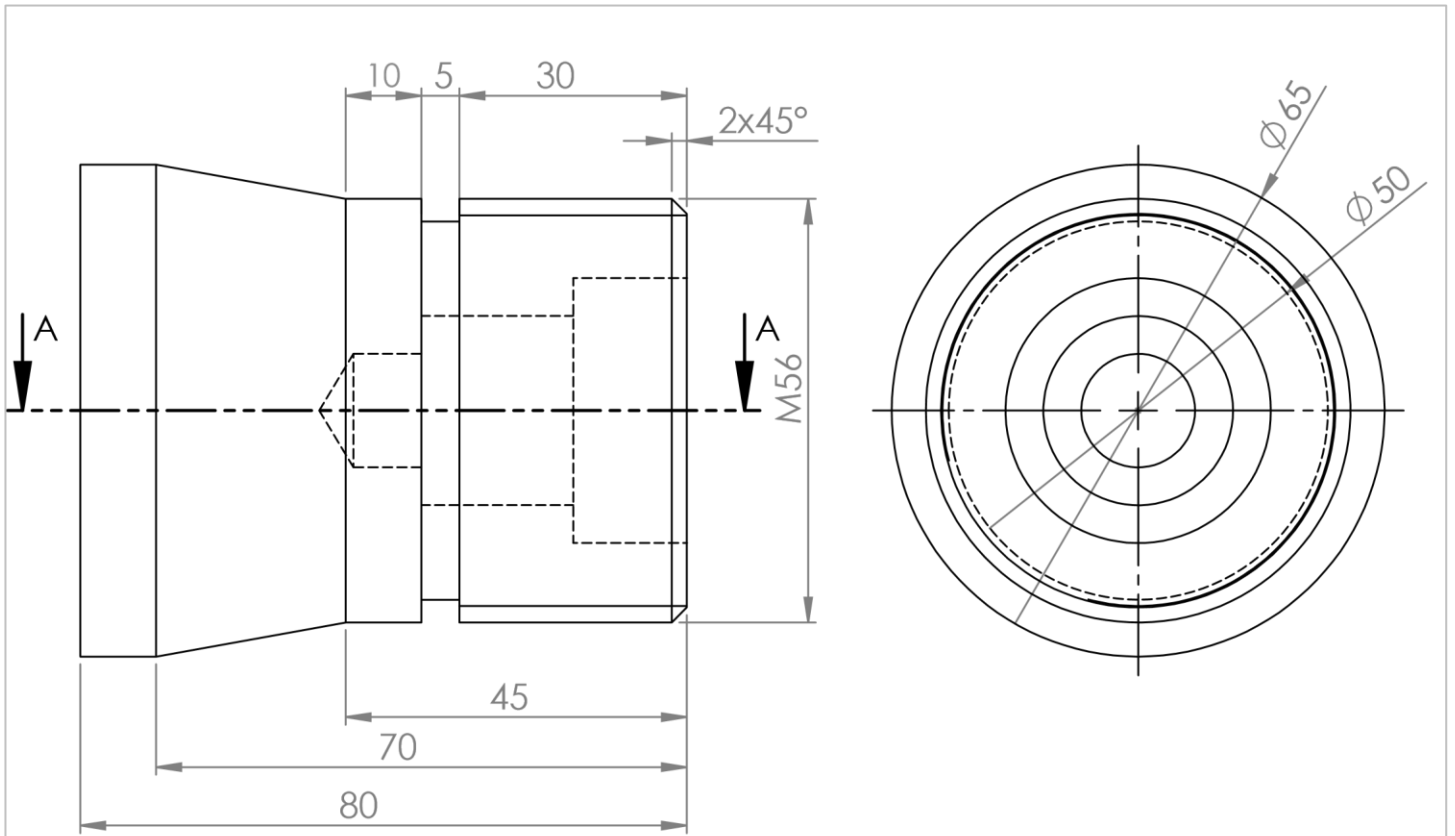
الورشة مجهزة بآلات صناعية للعمل بسلسلة صغيرة، متوسطة إلى كبيرة، تحتوي على آلات خراطة و تفريز ذات تحكم عددي CNC.

4.IV. السير المنطقي للصنع:

لتصنيع القطعة محل الدراسة نتبع التسلسل المنطقي لسير الصنع الموضح في الجدول 1.IV :

جدول 1.IV: سير صنع الجلبه الملولبة.

المرحلة	العمليات	المنصب
100	مراقبة الخام	منصب المراقبة
200	خراطة خارجية و داخلية لكل الأسطح	مخرطة CNC
300	مراقبة نهائية	منصب المراقبة



COUPE A-A

<p>ECHELLE: 1/1</p>	<p>ENSET SKIKDA</p>	<p>NOUALI</p>
	<p>Bague filetée</p>	<p>18/05/2024</p>
<p>Format: A4</p>		<p>EN AW-2017 (Al Cu 4 Mg Si 4)</p>

5.IV. مراحل تصنيع القطعة:

نريد إنجاز المرحلة 200 و المتمثلة في تصنيع القطعة بإنجاز خراطة خارجية و داخلية لكل الأسطح على آلة الخراطة ذات تحكم عددي من نوع EMCO Turn 55.

الخراطة الخارجية:

تتمثل في إنجاز العمليات التالية:

- تسوية.
- خراط طولي.
- تعنيق.
- لولبة خارجية.
- قص.

الخراطة الداخلية:

تتمثل في إنجاز العمليات التالية:

- مركزة.
- تنقيب.
- تجويف.

6.IV. إعداد برنامج التصنيع :

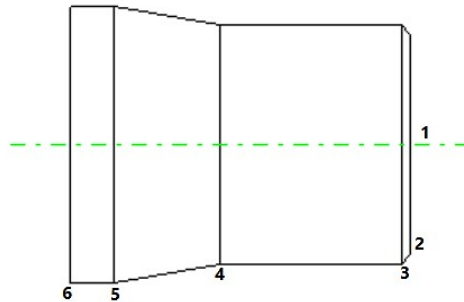
لإنجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة نتبع طريقتين :

6.IV. 1. طريقة البرمجة برسم جانبية القطعة:

لإنجاز برنامج بهذه الطريقة نستعمل برمجية CAMConcept و يتم ذلك حسب المراحل التالية:

6.IV. 1.1. مرحلة التصميم CAO:

تتمثل في رسم جانبية القطعة (مسار الأداة) من خلال إستخراج إحداثيات النقاط المكونة للمسار بالنسبة لمرجع القطعة وفق المحورين X و Z، كما هو موضح في الشكل 1.IV:




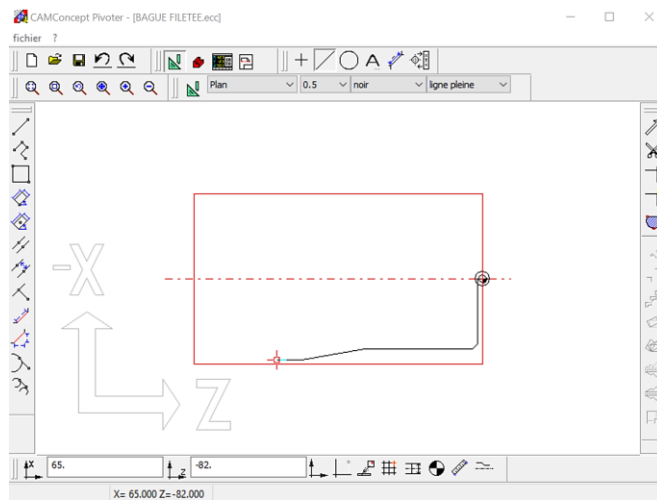
الشكل 1.IV: تعيين نقاط المسار.

الجدول 2.IV يوضح قيم إحداثيات المسار:


جدول 2.IV: تعيين إحداثيات نقاط المسار.

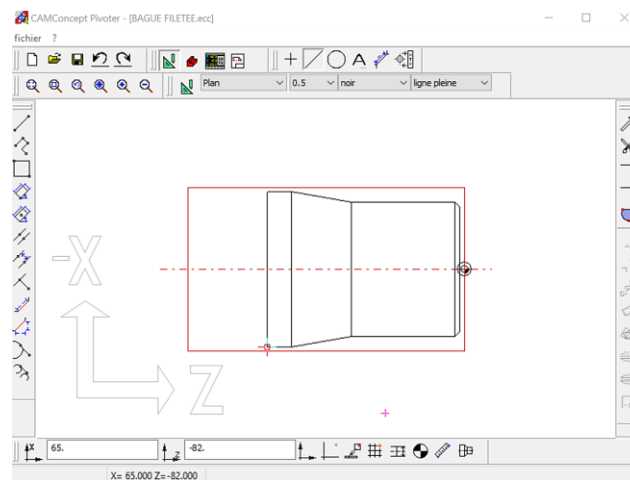
P	1	2	3	4	5	6
X	0	52	56	56	65	65
Z	-2	-2	-4	-47	-72	-82

بعد النقر على أيقونة رسم المضلع  نقوم بإدخال الإحداثيات واحدة تلو الأخرى إلى أن نتحصل على المسار الذي يظهر في الشكل 2.IV:



الشكل 2.IV: رسم جانبية القطعة.

كما يمكن إظهار تناظر مسار القطعة بالنسبة لمحورها بالضغط على  كما يظهره الشكل 3.IV:



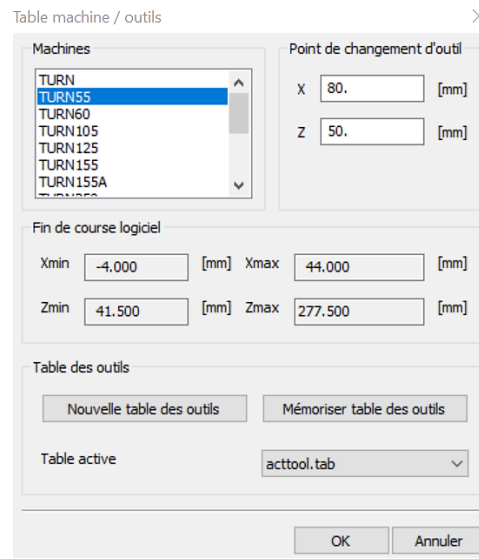
الشكل 3.IV: تناظر جانبية القطعة.

6.IV .2.1 .مرحلة التصنيع FAO :

بعد الإنتهاء من مرحلة التصميم ننتقل إلى مرحلة التصنيع و التي تشمل العناصر التالية:

➤ ضبط الآلة:

نقوم بإختيار آلة الخراطة Turn 55 من خلال النافذة الموضحة في الشكل 4.IV:



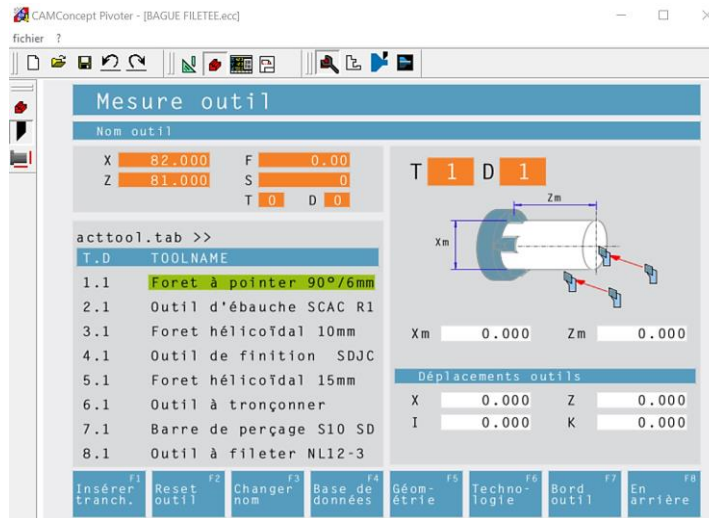
الشكل 4.IV: نافذة إختيار الآلة.

➤ ضبط أدوات القطع:

نختار أدوات القطع حسب موقعها في حامل الأدوات حيث:

- أداة مركزة تحمل رقم T1.
- أداة تسوية تحمل رقم T2.
- مثقاب ذو قطر 10 mm يحمل رقم T3.
- أداة خرط طولي تحمل رقم T4.
- مثقاب ذو قطر 15 mm يحمل رقم T5.
- أداة عنق / قطع تحمل رقم T6.
- أداة تجويف تحمل رقم T7.
- أداة لولبة خارجية تحمل رقم T8.

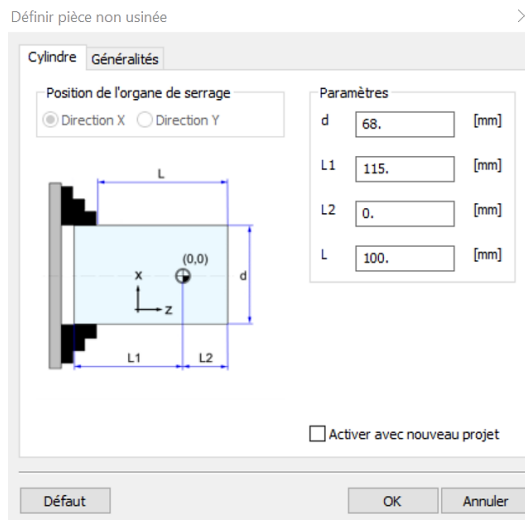
فتظهر واجهة الأدوات كما هو مبين في الشكل 5.IV:



الشكل 5.IV: نافذة إدراج أدوات القطع.

➤ ضبط أبعاد الخام :

نقوم بإدراج أبعاد خام القطعة كالتالي : $L2= 0 \text{ mm}$ ، $L1= 115 \text{ mm}$ ، $L= 100 \text{ mm}$ ، $\varnothing= 68 \text{ mm}$



الشكل 6.IV: نافذة ضبط أبعاد الخام.

➤ تحديد الدورات:

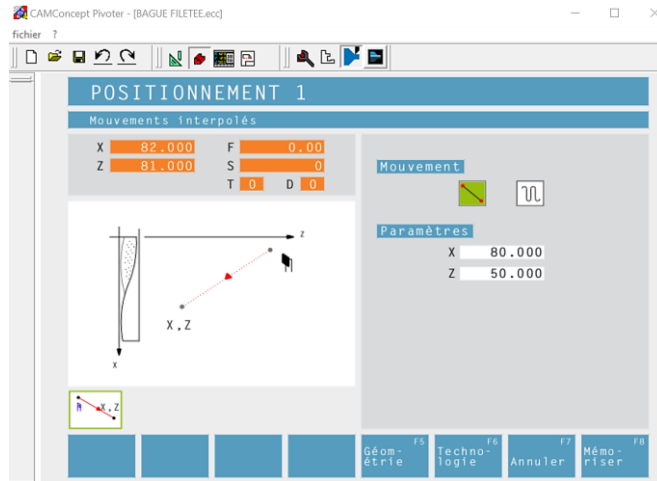
بالنقر على أيقونة الدورات نقوم بإختيار الدورات اللازمة لتصنيع الجلبة الملولبة ، و ذلك حسب التسلسل

المنطقي لعمليات التصنيع التالية :

• تموضع الأداة:

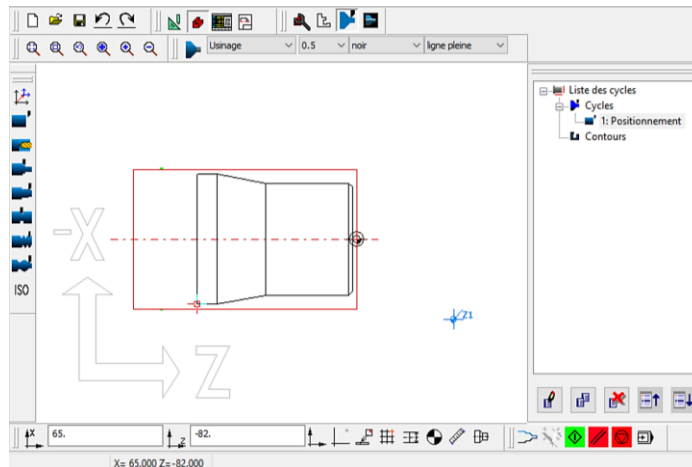
من أجل ضمان تخليص آمن لتغيير الأداة، ننقر على دورة التموضع و نقوم بإدخال الإحداثيات التالية :

$X=80 \text{ mm}$, $Z=50 \text{ mm}$ فتظهر نافذة التموضع كما هو مبين في الشكل 7.IV.



الشكل 7.IV: نافذة تموضع الأداة.

بعد حفظ المعلومات تظهر نقطة تموضع الأداة على واجهة FAO كما هو موضح في الشكل 8.IV.



الشكل 8.IV: نقطة تموضع الأداة.

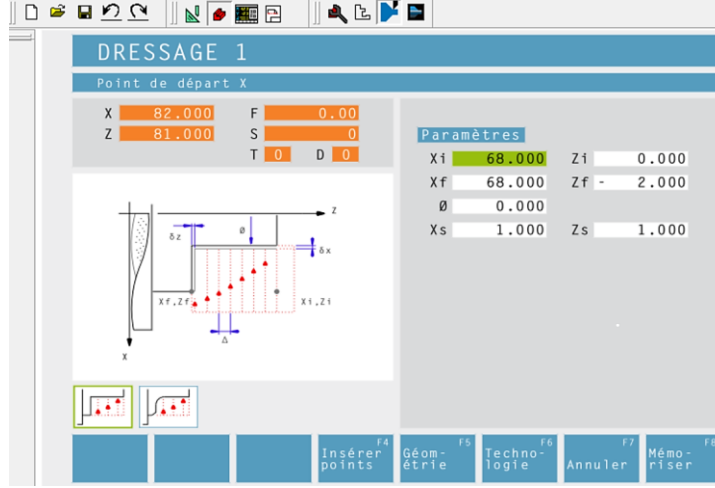
ملاحظة:

سيتم إدراج نفس قيم التموضع عند كل تغيير للأداة .

• خراطة عرضية (تسوية):

للقيام بهذه العملية نقر على دورة التسوية من قائمة الدورات فتظهر لنا نافذة لحجز القيم الخاصة بالعملية،

كما هو موضح في الشكل 9.IV .



الشكل 9.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التسوية.

بعدها نقوم بملئ البيانات التكنولوجية المتمثلة في إختيار أداة تسوية T2 و شروط القطع الخاصة بهذه العملية حيث:

❖ سرعة القطع و التغذية :

نستخرج قيمة سرعة القطع والتغذية المتعلقة بمادة القطعة من دليل البرمجة لآلة الخراطة EMCO Turn 55 المعطى من طرف المصنع [13] .

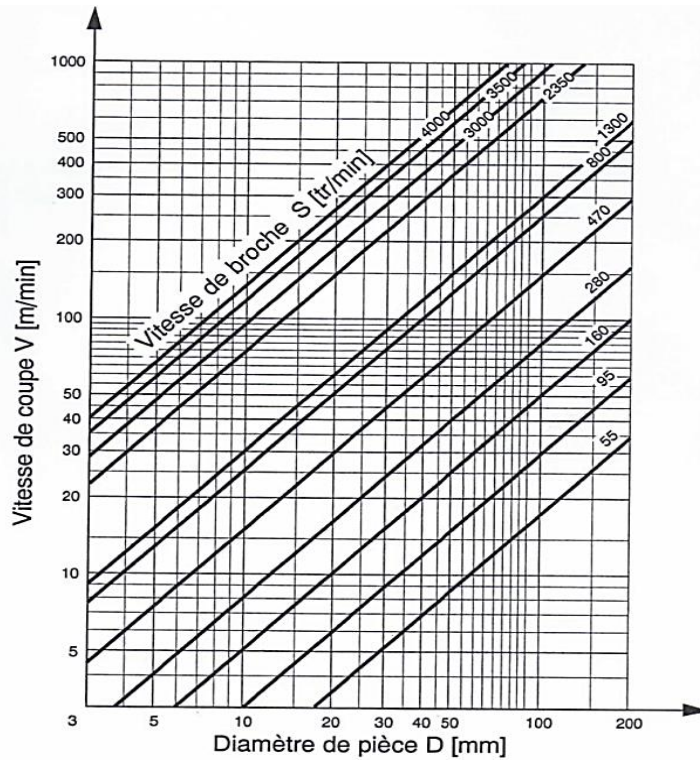
Vitesse de coupe pour exercices de programmation sur l'EMCO PC TURN 55-II:

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

و عليه نأخذ $V_c=200$ m/min ، $F=0.1$ mm/tr لعمليات الخراط الداخلية و الخارجية (عملية التسوية ، الخراطة الطولية، التجويف).

❖ سرعة الدوران:

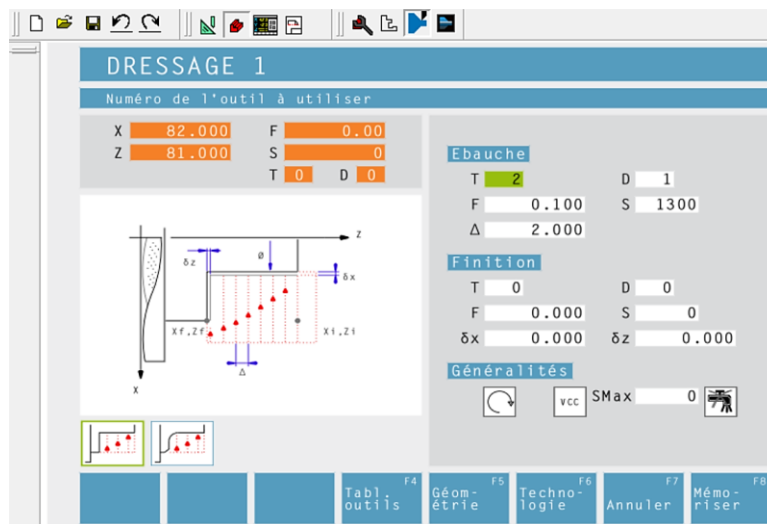
يتم تحديد سرعة الدوران من تقاطع قيمة سرعة القطع ($V_c=200$ m/min) مع قطر الخامة ($\varnothing=68$ mm) على المنحنى الموضح في الشكل 10.IV:




الشكل 10.IV: منحنى تحديد سرعة الدوران.

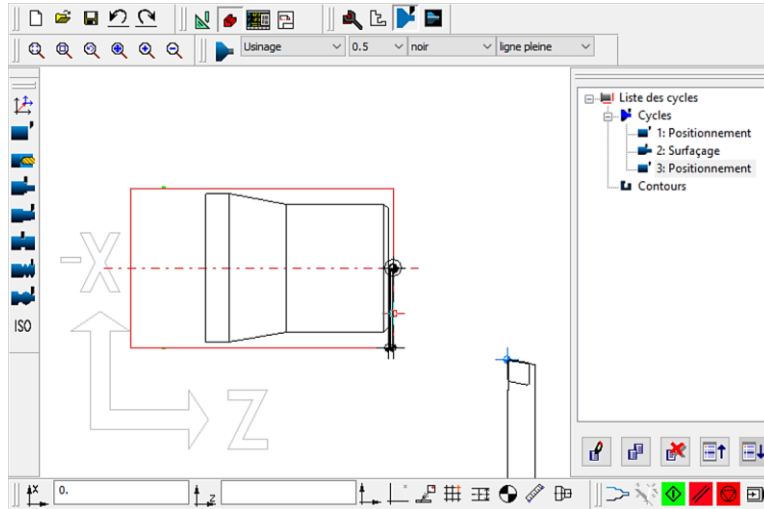
و عليه فإن قيمة سرعة الدوران تقدر بـ: $S = 1300 \text{ tr/min}$.

بعد إدراج هذه القيم تظهر النافذة التكنولوجية كما هو مبين في الشكل 11.IV:



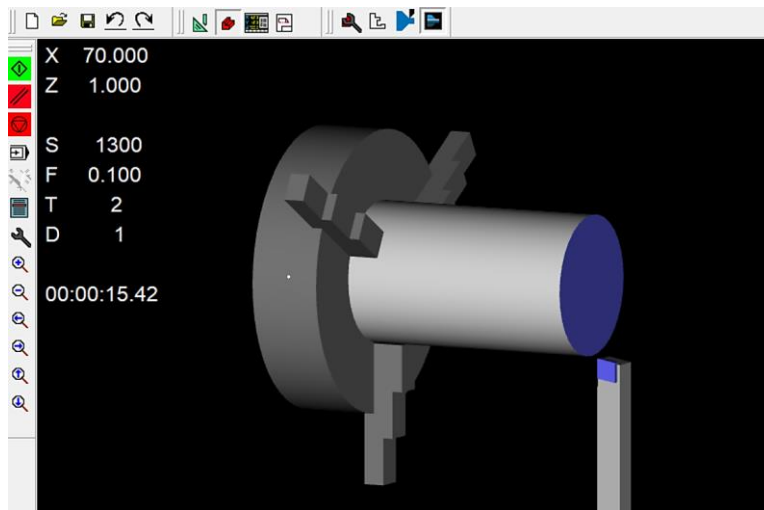
الشكل 11.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التسوية.

في الأخير نقوم بحفظ البيانات بالنقر على mémoriser فتظهر لنا الواجهة المبينة في الشكل 12.IV، أين يمكن التأكد من صحة كل القيم المدرجة سابقا من خلال إجراء محاكاة ثنائية الأبعاد ، حيث تسمح لنا هذه المرحلة بمشاهدة كل عملية على حدى.






الشكل 12.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التسوية.

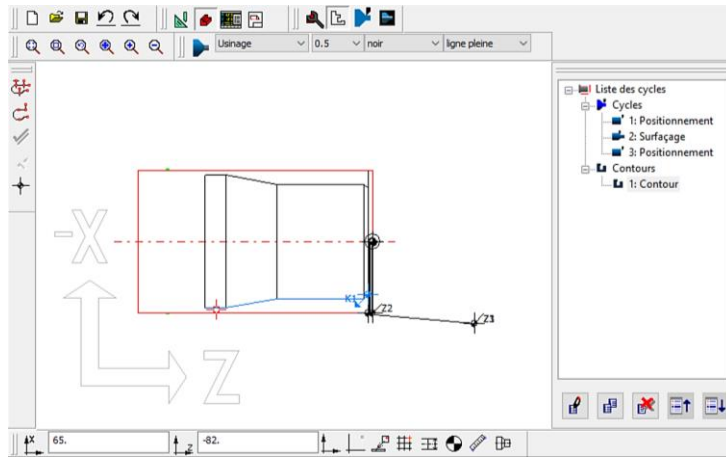
أو عن طريق إجراء محاكاة ثلاثية الأبعاد.



الشكل 13.IV: محاكاة ثلاثية الأبعاد لعملية التسوية.

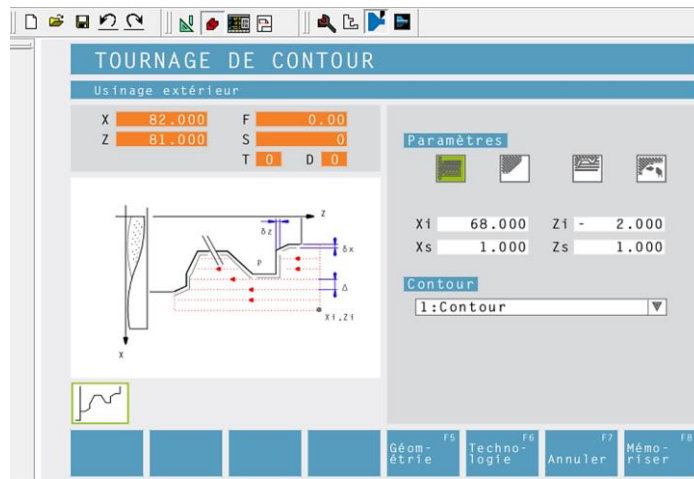
• خراطة طولية:

بداية نقوم بتحديد المسار المراد تشغيله بالنقر على أيقونة المسار  و بإختيار  فيتغير لون الجانبية إلى اللون الأزرق ، من ثم الضغط على موافق  ليتم تسجيله في قائمة المسارات على شجرة الإنشاء.



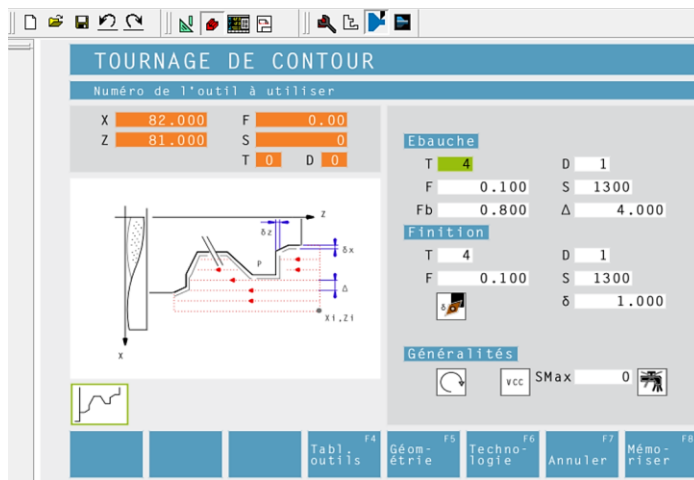
الشكل 14.IV: تحديد المسار.

بالرجوع إلى قائمة الدورات، نختار منها دورة خراطة المسار فتظهر نافذة يتم من خلالها ملئ البيانات الهندسية الخاصة بالعملية.



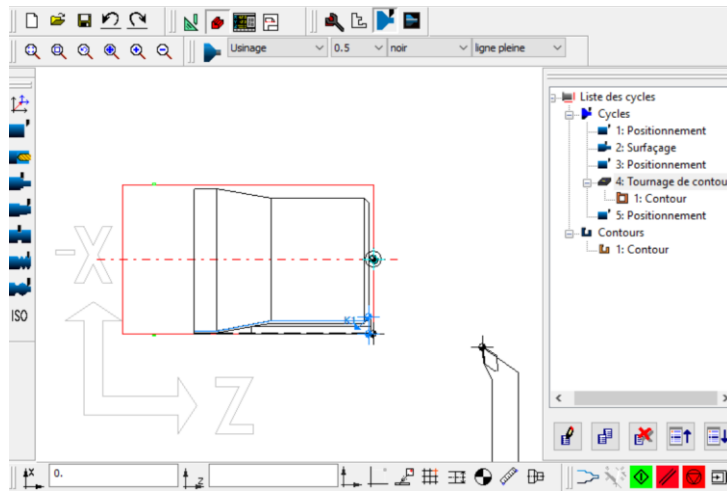
الشكل 15.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية الخراطة الطولية.

أما البيانات التكنولوجية يتم الحصول عليها بنفس الطريقة السابقة :





الشكل 16.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية الخراطة الطولية.

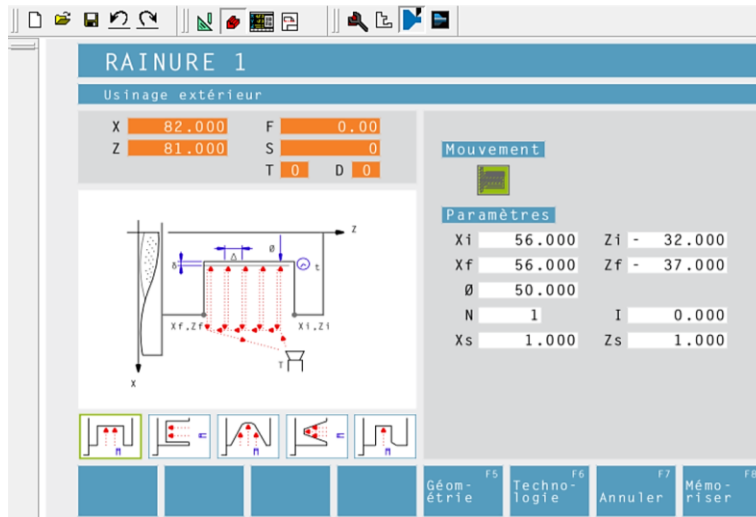
لتكن محاكاة عملية الخراطة الطولية كما هو مبين في الشكل 17.IV:



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

• تعنيق:

للقيام بعملية تعنيق ننقر على دورة عنق / قص  ثم نختار عنق  و ندرج القيم الخاصة بالعملية :
إحداثيات نقطة بداية العنق (56; -32) ، إحداثيات نقطة نهاية العنق (56; -37) ، قطر العنق 50 mm .



الشكل 18.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التعنيق.

من ثم نحجز البيانات التكنولوجية بحيث:

❖ سرعة القطع و التغذية :

من دليل البرمجة لآلة الخراطة EMCO Turn 55 و حسب مادة القطعة، فإن سرعة القطع تكون في المجال 60-80 m/min فنختار 80 m/min.

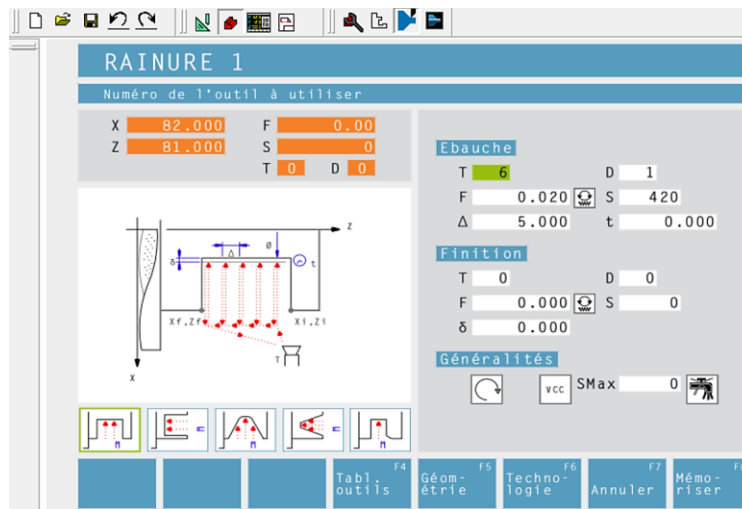
أما التغذية فهي محصورة بين 0.01 mm/tr – 0.02 mm/tr، نأخذ 0.02 mm/tr.

❖ سرعة الدوران:

يُستعمل المنحنى الموضح في الشكل 10.IV و إنطلاقاً من تقاطع سرعة القطع 80 m/min مع قطر الخامة

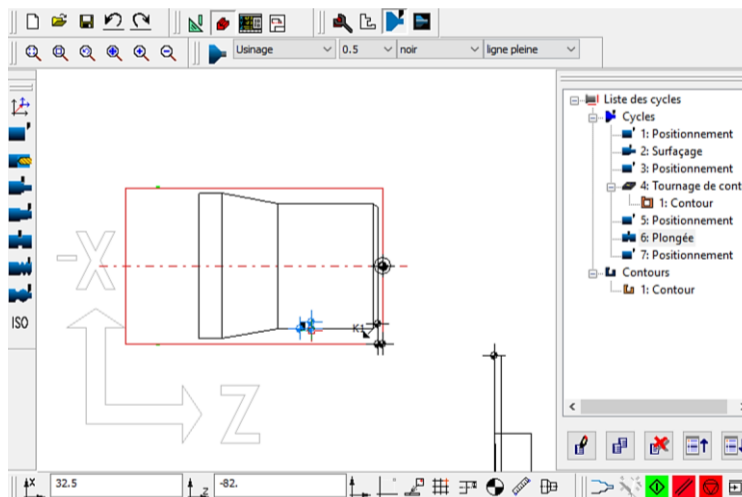
68 mm يتم تحديد سرعة الدوران : $S = 420 \text{ tr/min}$

فتظهر نافذة البيانات التكنولوجية كما هو مبين في الشكل 19.IV:



الشكل 19.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التنقيق.

لتكن محاكاة عملية التنقيق كما هو مبين في الشكل 20.IV:



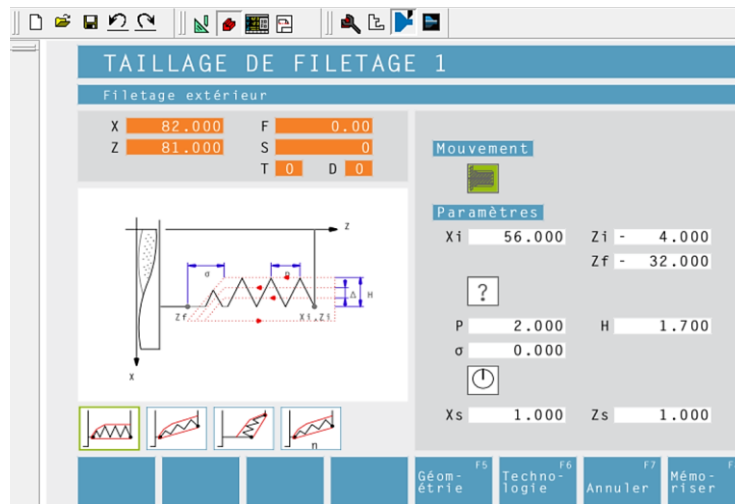
الشكل 20.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التنقيق.

• لولبة خارجية:

نختار أيقونة اللولبة  ثم نختار لولبة خارجية  فنقوم بحجز القيم الخاصة باللولبة حيث:

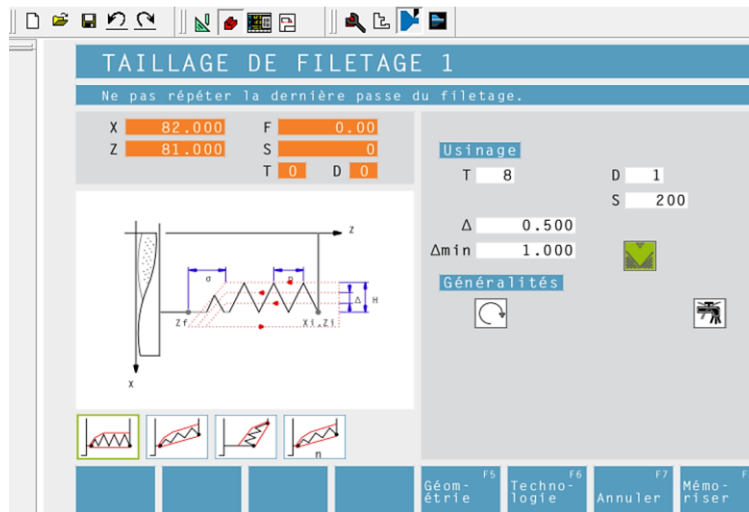
خطوة اللولبة: $P = 2 \text{ mm}$

عمق السن: $H = \sqrt{3} \times P/2 = 1.7 \text{ mm}$



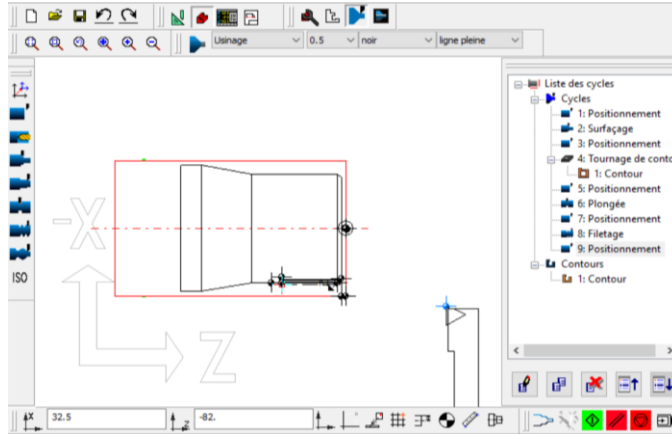
الشكل 21.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية اللولبة الخارجية.

بعدها نضبط البيانات التكنولوجية الموضحة في الشكل 22.IV:




الشكل 22.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية اللولبة الخارجية.

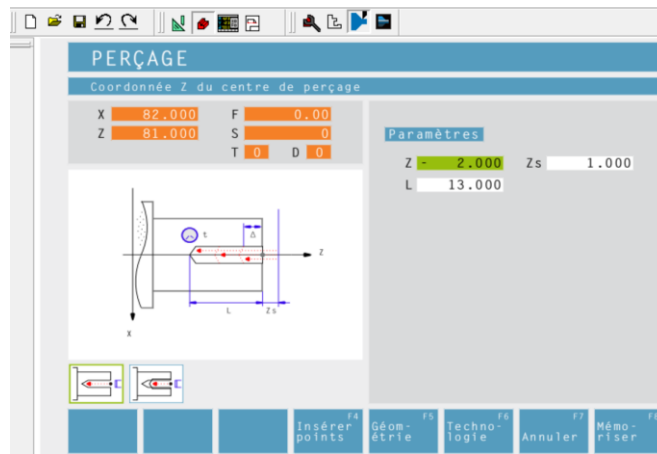
لتكن محاكاة عملية اللولبة كما هو مبين في الشكل 23.IV:



الشكل 23.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية اللولبة الخارجية.

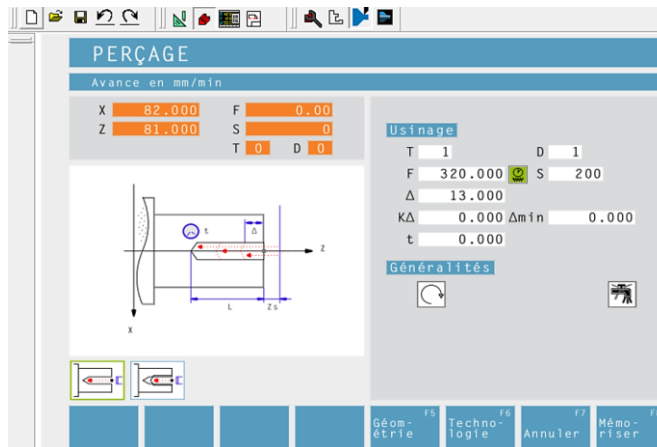
• إنجاز مركزة:

تتمثل هذه العملية في إنجاز مركزة حتى لا ينحرف المثقاب أثناء عملية التنقيب المولوية، و ذلك بالنقر على دورة الثقب  ثم ندخل القيم اللازمة بالعملية بحيث طول المركزة 13 mm و قطرها من قطر الأداة 6 mm.



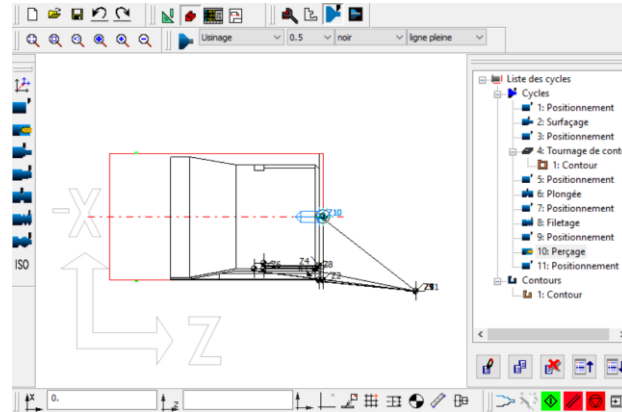
الشكل 24.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية مركزة.

بعدها نضبط البيانات التكنولوجية :



الشكل 25.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية مركزة.

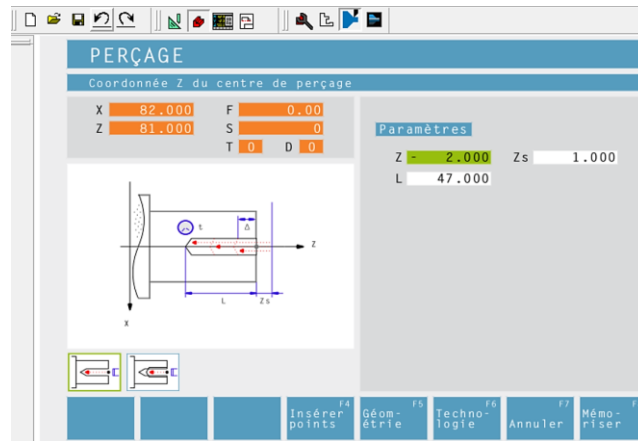
بعد الحفظ تظهر المحاكاة لعملية إنجاز مركزة كما هو مبين في الشكل 26.IV:



الشكل 26.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية إنجاز مركزة.

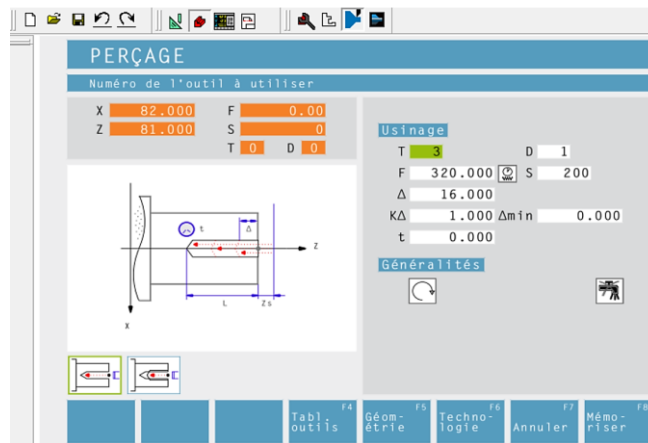
• تنقيب:

لإنجاز ثقب بقطر 15mm نسبق العملية بإنجاز ثقب بقطر 10 mm و طول 47 mm بإختيار نفس الدورة السابقة .



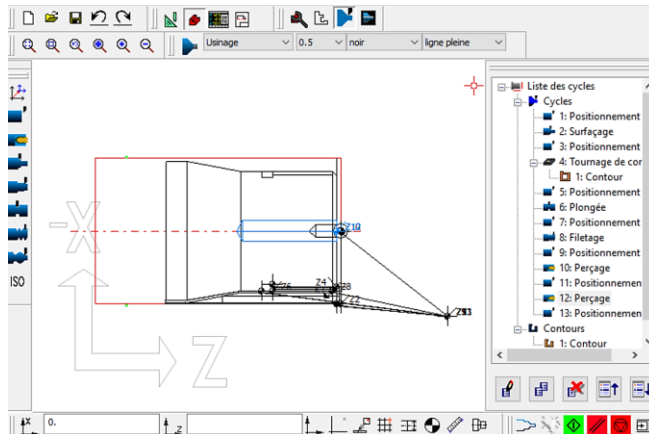
الشكل 27.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التنقيب.

ثم ندرج البيانات التكنولوجية كما هو مبين في الشكل 28.IV:



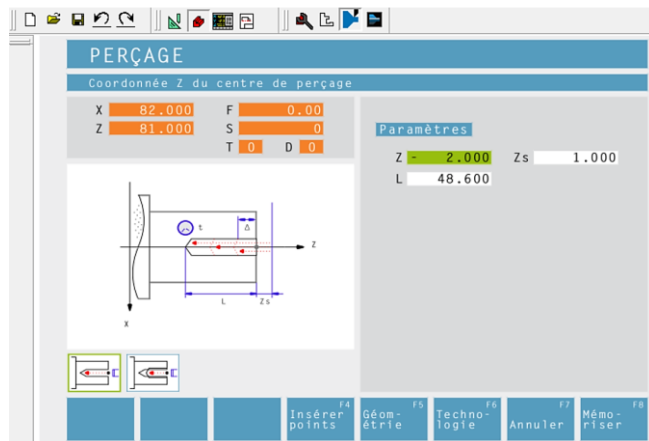
الشكل 28.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التنقيب.

فتظهر عملية التتقيب في المحاكاة ثنائية الأبعاد كما هو مبين في الشكل 29.IV:



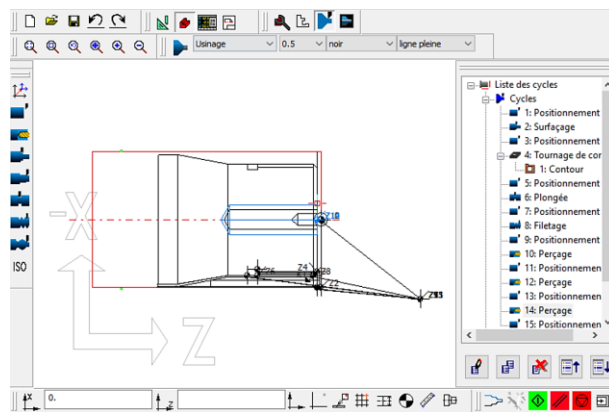
الشكل 29.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التتقيب.

❖ إنطلاقاً من نفس الدورة السابقة ننجز ثقب ثاني قطره من قطر الأداة (T5) وطوله 48.6 mm مع الإحتفاظ بنفس شروط القطع.





الشكل 30.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التتقيب الثانية.

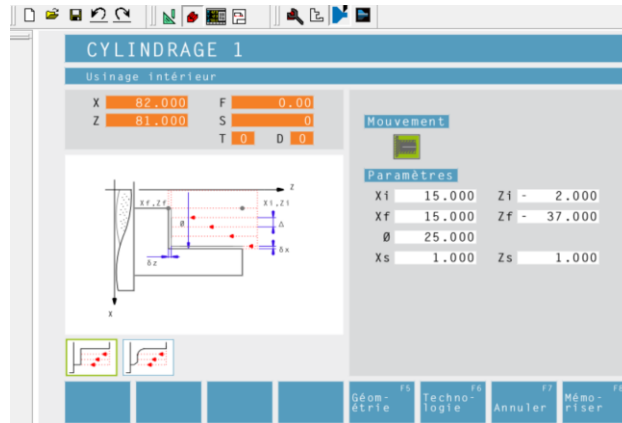
و لتكن المحاكاة كما هو مبين في الشكل 31.IV:



الشكل 31.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التتقيب الثانية.

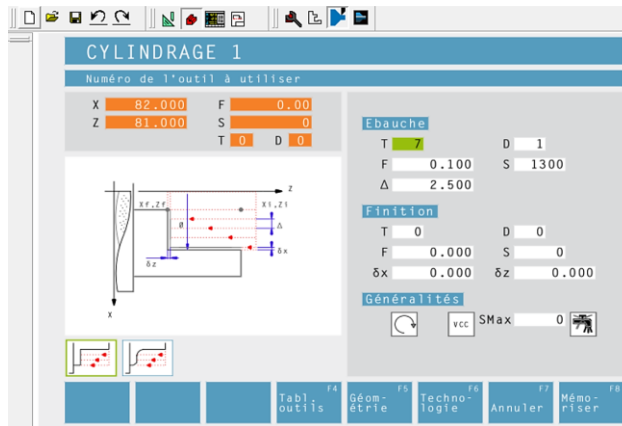
• تجويف:

للقيام بعملية التجويف ذو قطر 25 mm وطول 35 mm ننقر على  من قائمة الدورات، فتظهر لنا نافذة نختار منها " تشغيل داخلي"  ثم نضبط العناصر الهندسية اللازمة الموضحة في الشكل 32.IV:



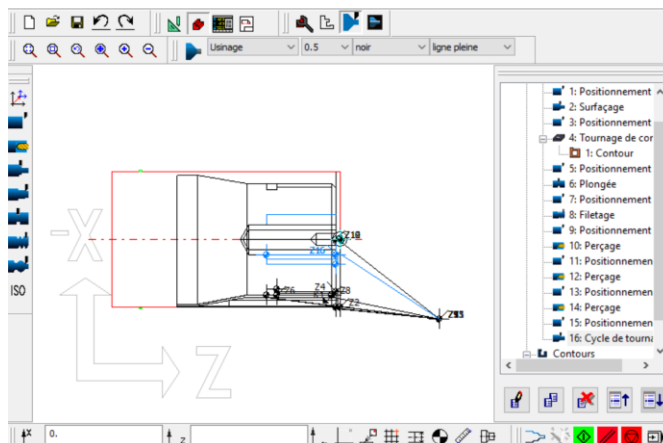
الشكل 32.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التجويف.

ندخل البيانات التكنولوجية فتظهر النافذة المبينة في الشكل 33.IV:



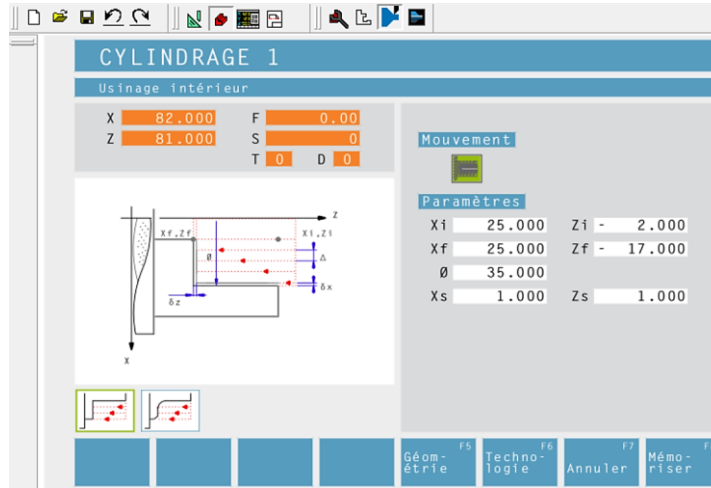
الشكل 33.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية التجويف.

بعد حفظ القيم المدرجة سابقا تظهر محاكاة عملية التجويف كما هو مبين في الشكل 34.IV:



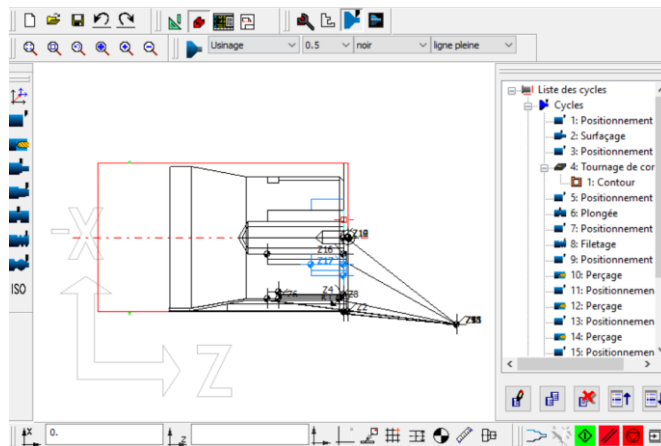
الشكل 34.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التجويف.

❖ لإنجاز تجويف ثاني بقطر 35 mm و طول 15mm نتبع نفس الخطوات السابقة مع تغيير إحداثيات نقطة البداية / النهاية و قطر الجوف، و إبقاء نفس البيانات التكنولوجية السابقة.





الشكل 35.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية التجويف الثانية.

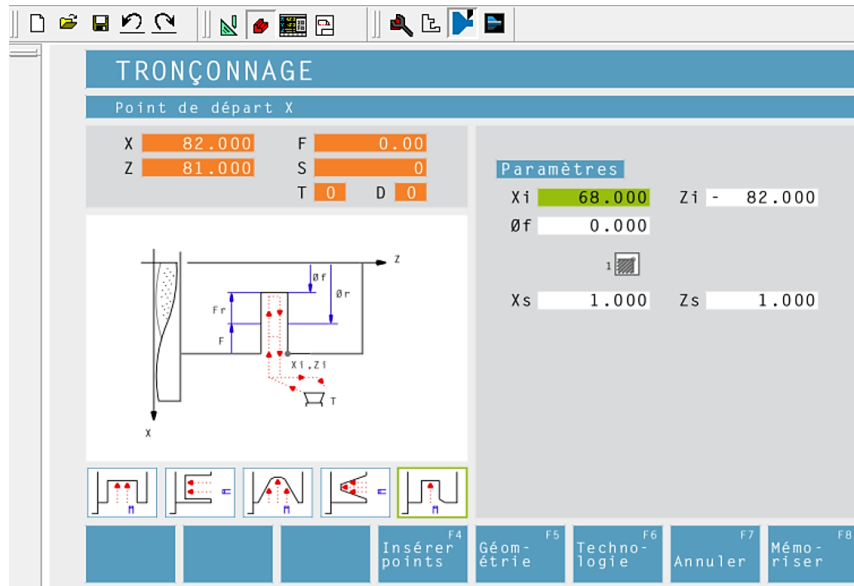
لتكن محاكاة التجويف الثاني كما هو مبين في الشكل 36.IV:



الشكل 36.IV: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية التجويف الثانية.

• القص:

للقص بآخر عملية و المتمثلة في القص ننقر على دورة عنق / قص  و نختار قص ، وندرج القيم الخاصة بالعملية (إحداثيات نقطة البداية، القطر، ...) و الظاهرة في الشكل 37.IV:



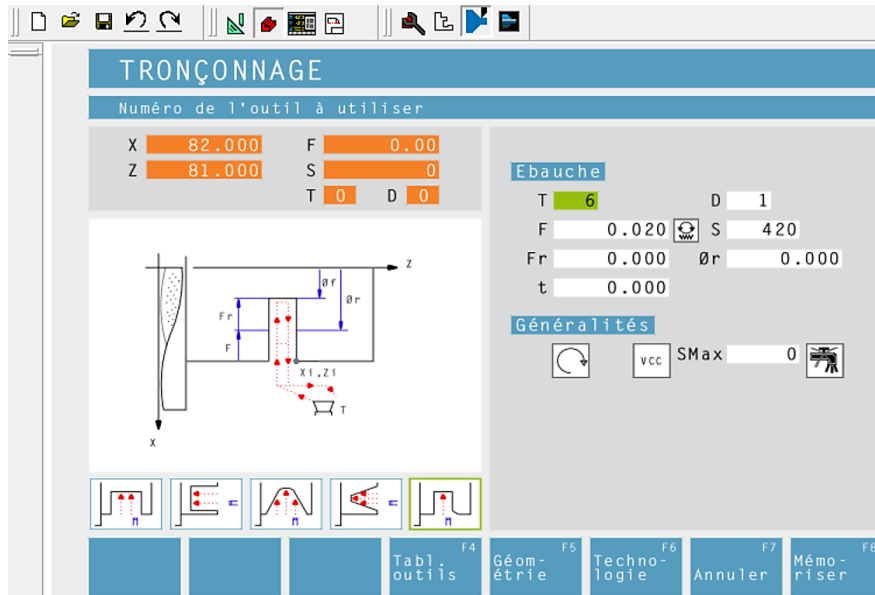
الشكل 37.IV: نافذة البيانات الهندسية الخاصة بعملية القص.

بعدها نقوم بملئ البيانات التكنولوجية المتمثلة في إختيار أداة القص T6 و شروط القطع الخاصة بهذه العملية حيث:

سرعة الدوران: $S = 420 \text{ tr/min}$

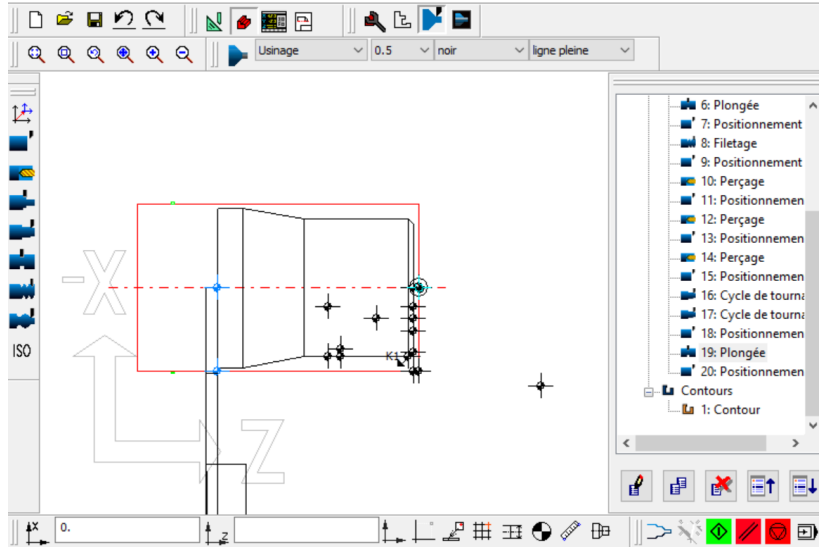
التغذية: $F = 0.02 \text{ mm/tr}$

ندرج هذه القيم فتظهر النافذة كما هو مبين في الشكل 38.IV:



الشكل 38.IV: نافذة البيانات التكنولوجية الخاصة بعملية القص.

بعد الحفظ تظهر محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية القص كما هو موضح في الشكل 39.IV.





الشكل IV.39: محاكاة ثنائية الأبعاد لعملية القص.

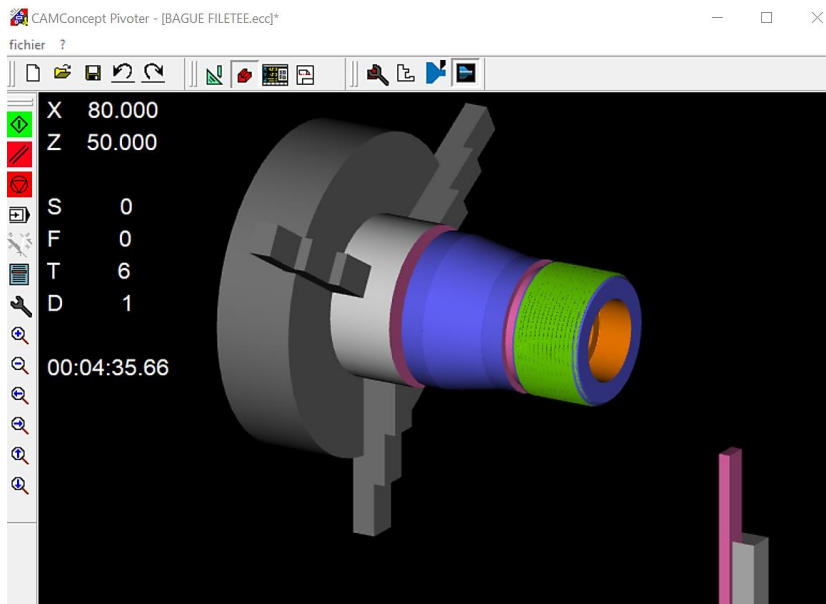
ملاحظة:

تُحفظ كل المسارات و الدورات بما فيها التموضع في شجرة الإنشاء على يمين الواجهة، أين يمكن من خلالها تعديل، حذف، تقديم أو تأخير أية دورة.


3.1.6.IV. المحاكاة ثلاثية الأبعاد:

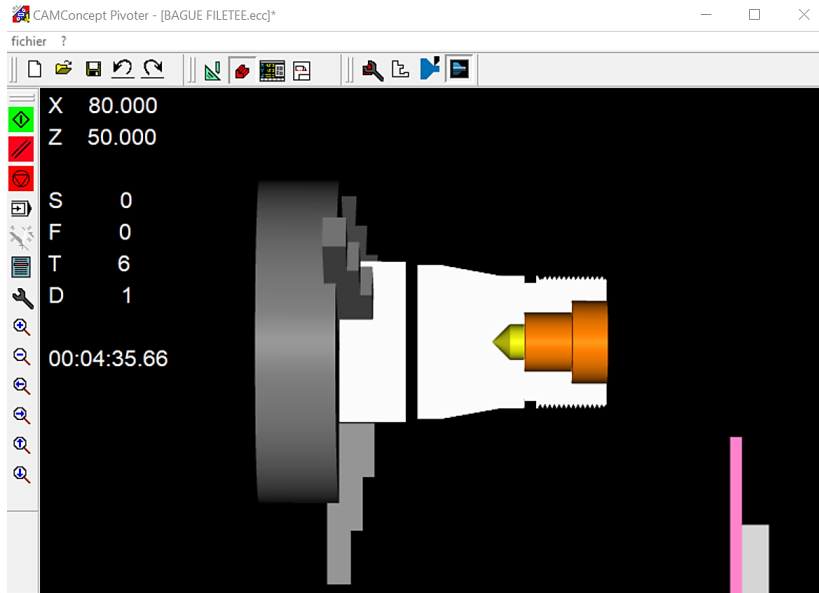
لمشاهدة التشغيل كاملا و شكل القطعة النهائي نلجأ إلى المحاكاة ثلاثية الأبعاد بالنقر على ، كما أنها تتيح لنا ميزة المحاكاة خطوة بخطوة بالنقر على .

يُظهر الشكل IV.40 التشغيل النهائي للجلبة الملولبة:



الشكل IV.40: محاكاة ثلاثية الأبعاد للعمليات المنجزة.

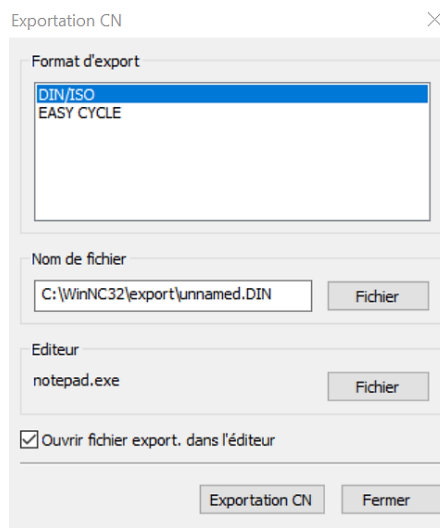
لإظهار العمليات الداخلية (ثقب و تجويف) نختار مشاهدة القطعة بـ 1/2 مسقط من خلال نافذة الإعدادات  فيظهر شكل الجلبة الملولبة كما هو موضح في الشكل 41.IV.



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

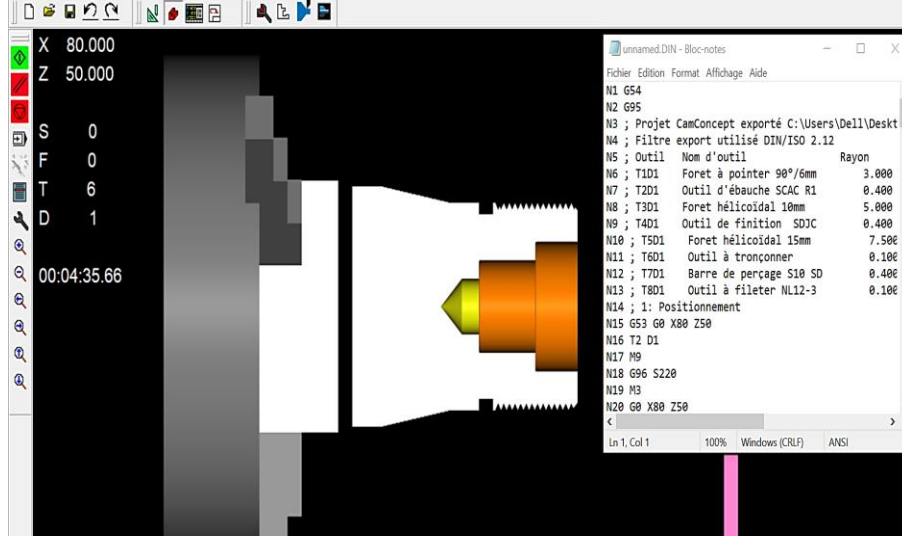
4.1.6.IV. إصدار البرنامج:

بعد التحقق من صحة البرنامج عن طريق المحاكاة نقوم بتصديره من أجل نقله للماكينة قصد إنجاز القطعة، و ذلك عن طريق الضغط على fichier ، تظهر لنا نافذة تحمل عدة خيارات، نختار منها export CN فتظهر النافذة الموضحة في الشكل 42.IV :



الشكل 42.IV: نافذة export CN.

ثم نختار طريقة الإصدار وفق DIN / ISO ، و بالنقر على Exportation CN يظهر البرنامج التشغيلي للعمود الملولب كما هو موضح في الشكل 43.IV:



الشكل 43.IV: نافذة إصدار البرنامج.

ملاحظة:

برنامج التصدير المحصل عليه لتشغيل الجلبة الملولبة يظهر في الملحق.

إستنتاج:

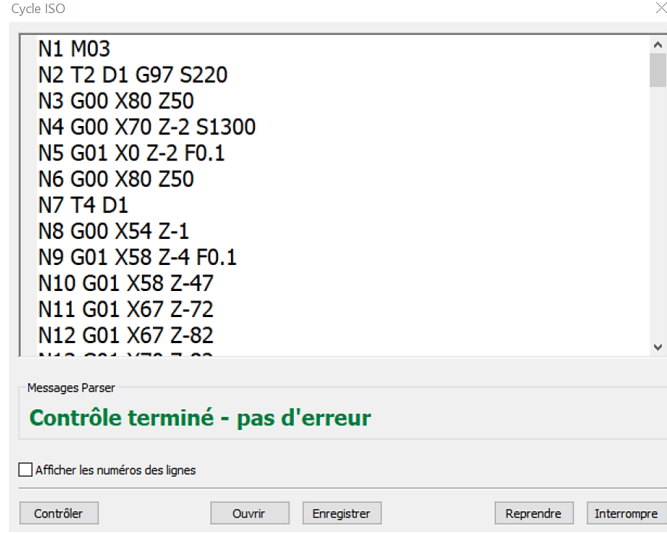
من خلال إنجازنا لبرنامج تشغيلي للجلبة الملولبة على برمجية CAMConcept بإستعمال أدوات التصميم و التصنيع، لاحظنا أن هذه الطريقة سهل العمل بها بمجرد التدريب و إكتساب القدرة على التحكم في البرمجية، إذ يعتمد هذا الأسلوب على مرحلتين أساسيتين، تتمثل الأولى في مرحلة التصميم برسم جانبية القطعة، أما الثانية فهي مرحلة التصنيع من خلال إختيار أدوات القطع، الدورات المناسبة و ضبط البيانات الهندسية و التكنولوجية حسب متطلبات كل عملية ، ليقوم الحاسب فيما بعد بمعالجة المعطيات المدخلة تلقائياً و حساب عدد التمريرات لمسار أداة القطع، ليصدر لنا في الأخير برنامج تشغيلي طويل جدا بسبب إحتوائه على جميع التفاصيل و أكواد زائدة غير ضرورية .

IV.6.2. طريقة البرمجة بالتحريير المباشر :

تسمح برمجية CAMConcept بكتابة برنامج تشغيلي وفق نظام ISO، تُعد هذه الطريقة معاكسة لطريقة رسم جانبية القطعة، فبعد ضبط أبعاد الخامة و أدوات القَطع، نقوم بالحسابات الهندسية المتعلقة بمسار كل أداة، من

ثم كتابة البرنامج الخاص بتصنيع الجلبة الملولبة بإستخدام G/M code و ذلك من خلال النقر على أيقونة ISO فتظهر لنا نافذة تحريرية (الشكل 44.IV).

بالضغط على contrôler تقوم البرمجية بكشف الأخطاء الموجودة في البرنامج، و بعد أن نُجري التعديل المطلوب و نتأكد من صحة البرنامج ننقر على reprendre لمشاهدة تشغيل القطعة عن طريق محاكاة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد.



الشكل 44.IV: نافذة ISO لتحرير البرنامج.

فيما يلي برنامج تشغيل الجلبة الملولبة:

N1 G54 G41	N12 G01 X67 Z-72	N23 T6 D1
N2 M03	N13 G01 X67 Z-82	N24 G00 X58 Z-37 S420
N3 T2 D1 G97 S220	N14 G01 X70 Z-82	N25 G01 X50 Z-37 F0.02
N4 G00 X80 Z50	N15 G00 X70 Z-1	N26 G00 X58 Z-37
N5 G00 X70 Z-2 S1300	N16 G01 X52 Z-2	N27 G00 X80 Z50
N6 G01 X0 Z-2 F0.1	N17 G01 X56 Z-4	N28 T8 D1
N7 G00 X80 Z50	N18 G01 X56 Z-47	N29 G00 X54 Z-1 S200
N8 T4 D1	N19 G01 X65 Z-72	N30 G33 X54 Z-32 L2
N9 G00 X54 Z-1	N20 G01 X65 Z-82	N31 G00 X58 Z-32
N10 G01 X58 Z-4 F0.1	N21 G01 X70 Z-82	N32 G00 X58 Z-1
N11 G01 X58 Z-47	N22 G00 X80 Z50	N33 G00 X52 Z-1

N34 G33 X52 Z-32 L2	N51 T5 D1	N68 G00 X20 Z-1
N35 G00 X58 Z-32	N52 G00 X0 Z-1	N69 G00 X30 Z-1
N36 G00 X80 Z50	N53 G01 X0 Z-16	N70 G01 X30 Z-17
N37 T1 D1	N54 G00 X0 Z-14	N71 G01 X25 Z-17
N38 G00 X0 Z-1 S200	N55 G01 X0 Z-32	N72 G00 X25 Z-1
N39 G01 X0 Z-13 F320	N56 G00 X0 Z-30	N73 G00 X35 Z-1
N40 G00 X0 Z-1	N57 G01 X0 Z-48.6	N74 G01 X35 Z-17
N41 G00 X80 Z50	N58 G00 X0 Z-1	N75 G01 X30 Z-17
N42 T3 D1	N59 G00 X80 Z50	N76 G00 X30 Z-1
N43 G00 X0 Z-1 S200	N60 T7 D1	N77 G00 X80 Z50
N44 G01 X0 Z-15 F320	N61 G00 X20 Z-1 S1300	N78 T6 D1
N45 G00 X0 Z-13	N62 G01 X20 Z-37 F0.1	N79 G00 X70 Z-87 S420
N46 G01 X0 Z-30	N63 G01 X15 Z-37	N80 G01 X0 Z-87 F0.02
N47 G00 X0 Z-28	N64 G00 X15 Z-1	N81 G00 X70 Z-87
N48 G01 X0 Z-47	N65 G00 X25 Z-1	N82 G00 X80 Z50
N49 G00 X0 Z-1	N66 G01 X25 Z-37	N83 M05
N50 G00 X80 Z50	N67 G01 X20 Z-37	N84 M30

إنتاج:

بعد إنجازنا للبرنامج التشغيلي للجلبة الملولبة بطريقة التحرير المباشر من خلال نافذة متاحة على برمجية CAMConcept، أدركنا أنّ هذه الطريقة تتطلب معرفة أساسية بدلالات و معاني الوظائف التحضيرية و التكميلية وكيفية توظيفها، كما لاحظنا أنها تستغرق وقت أطول في كتابة البرنامج و هذا راجع إلى إكمال جميع الخطوات يدويا بدءا من تحليل و معالجة العملية، الحساب العددي إلى غاية كتابة ورقة البرنامج مما إستغرق جهدا أكبر، ولكن قد توفر طريقة التحرير المباشر مزيداً من المرونة و حرية التحكم في البرنامج.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة:

لقد أصبح تصنيع قطع ميكانيكية بواسطة آلات ذات التحكم العددي أسهل بكثير من ذي قبل، فمن ناحية يتم تقليص الزمن المخصص للتشغيل من خلال تجميع عدة عمليات على نفس الآلة دون فك وإعادة تركيب القطعة خلال عملية التصنيع، ومن ناحية أخرى يتم ضمان دقة الأبعاد وخشونة السطح، و رغم هذه الإيجابيات، فإن العمل على هذا النوع من الآلات يتطلب إتقان برمجة مختلف عمليات التصنيع، إما يدويا أو بمساعدة الحاسوب.

في هذا السياق، قمنا بإنجاز بحث شامل حول آلات التحكم العددي و بالضبط آلة الخراطة EMCO Turn 55، و ذلك من خلال التعرف على خصائصها و مختلف مكوناتها ، كما إستعرضنا الطرق المتاحة للبرمجة على هذه الآلة، و على هذا الأساس قمنا بانجاز برنامج تصنيع جلبة ملولبة بطريقتين ، شملت الطريقة الأولى البرمجة برسم جانبية القطعة بإستعمال برمجية GAMConcept أين قمنا بتحديد مسار القطعة ، إختيار الأدوات و تحديد الدورات المناسبة و من ثم تحققنا من البرنامج المصدر عن طريق المحاكاة ثلاثية الأبعاد، أما الطريقة الثانية إستعملنا الوظائف التحضيرية و التكميلية (G/M code) لتحريير برنامج الصنع للقطعة محل الدراسة، لنختتم ذلك بوضع مقارنة بين الطريقتين، حيث تبين لنا أن هذه الأخيرة إستغرقت وقتا أطول و جهدا أكبر في إنجاز البرنامج عكس الطريقة الأولى، بينما البرنامج المتحصل عليه بطريقة رسم الجانبية أطول بكثير مقارنة بالبرمجة التحرييرية ، كما أن أسلوب التحريير المباشر للبرنامج أكثر عرضة للأخطاء البشرية في حين أن البرمجة الآلية تقلل من هذه الأخطاء من خلال الأتمتة و التي تكون أكثر فعالية في تصنيع القطع جد معقدة .

على ضوء هذه المقارنة يمكننا القول أن لكل طريقة مزايا و عيوب، فإختيار الأسلوب المناسب يعتمد على متطلبات المشروع و موارده، و في كلتا الطريقتين لا بد على المبرمج أن يكون على دراية بالمعلومات البرمجية اللازمة .

من خلال هذا العمل تسنى لنا إكتشاف الطرق الحديثة في التصنيع و التدريب على تكنولوجيات جديدة، بالإضافة إلى إكتساب مهارات البرمجة على آلة الخراطة ذات التحكم العددي الموجودة في معظم مخابر الهندسة الميكانيكية في الثانويات، و كوننا أساتذة مقبلين على ميدان التعليم، سيساعدنا هذا على تجاوز العقبات و العراقيل التي يمكن أن تعترضنا مستقبلا في إنجاز برنامج تشغيلي لقطعة على هذه الآلة و كذلك تحسين مستوانا العلمي و المهني، كما نأمل أن تكون هذه المذكرة مرجعا يستفيد منه الأساتذة في سد العجز و القصور الذي قد يواجههم أثناء عملهم في هذا المجال.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1]: د. عمر أحمد التهامي، ورشة التحكم الرقمي بالحاسب 1 (213 ميك)، تخصص ميكانيكا إنتاج، المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريب المهني، المملكة العربية السعودية، 2004.
- [3]: جمال محمدي، تشغيل و برمجة ماكينة الخراطة CNC، 2011.
- [4]: الطيب المختار، الهواري بلقاضي، التحكم العددي، شعبة الهندسة الميكانيكية والصناعة الميكانيكية (السنة الثالثة من التعليم الثانوي)، الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية، الجزائر، 1966.
- [5]: الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج، أسس التحكم الرقمي (الوحدة الأولى)، مبادئ التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المملكة العربية السعودية.
- [6]: مصلحة الكفاية الإنتاجية و التدريب المهني، تشغيل أولي على المخارط المبرمجة بالحاسب CNC، مهنة تشغيل المخارط CNC الصف الأول، مصر، 2019.
- [8]: مديحة رفعت محمد ، تكنولوجيا الخراطة والحساب الفني ، خراطة المعادن السنة الثالثة، مصلحة الكفاية الإنتاجية و التدريب المهني، مصر، 2017 .
- [18]: 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 المدرسي، الجزائر، 2009.
- [19]: الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج، تشغيل آلات مخارط التحكم الرقمي بالحاسب CNC، تخصص تشغيل آلات التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني ، المملكة العربية السعودية.
- [21]: الإدارة العامة لتصميم و تطوير المناهج ، تشغيل آلات التفريز، تخصص تشغيل آلات الإنتاج وتشغيل آلات التحكم الرقمي بالحاسب CNC، المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية :

- [7] : Pr Djamaa Mohamed Cherif , Machines-Outils A Commande Numerique,Universite 8 Mai 1945, Guelma, 2020 .
- [10] : Mohammad Louie Oyoun, Computer Numerical Control (Cnc) , 2020
- [12]: Manuel Description Du Logiciel Emco Camconcept Tournage, Réf Fr 1829, Édition D 2014_05.
- [13]: Manuel Description De La Machine Emco Concept Turn 55 ,Réf 1055, Edition B 2007 – 03.
- [14]: Manuel Caractéristiques Concept Tour 55 Didactique A Commande Numerique ,Aonir N°05 ,2013 .
- [15]: X. Pessoles ,Elaboration Des Pièces Mécaniques, Chapitre 9 – Usinage – Tournage, Sciences Industrielles De L'ingénieur, Ptsi , 2013.
- [16]: Manuel Technical Specification, Emco, Concept Turn 55 ,Product Division: Cnc-Education, 2012 .
- [17]: Manuel Software Description, Emco Easycycle Turning, Ref En 1839, Edition C 2013 – 06 .
- [20] :Manuel De Programmation, Volume 1 ,Num 1020/1040/1060t, Fr-938820/5 .
- [22]: Darren Casey,How Cad Helps Design Engineers Make Layout Decisions, Epec, July 27, 2022
- [23] :Marti Deans,What Is Cam (Computer-Aided Manufacturing),Fusion 360 Blog,March 17,2021

مواقع الأنترنت:

- [2]:https://www.researchgate.net/figure/The-first-NC-machine-was-developed-by-MIT_fig1_350328641 لوحظ يوم: 29/05/2024
- [9] : <https://62actu.net/usinage-conventionnel-vs-usinage-cnc-quelles-differences/> لوحظ يوم: 28/05/2024
- [11] : <https://emco.co.uk/camconcept> لوحظ يوم: 01/06/2024

الملحق

N1 G54

N2 G95

N3 ; Projet CamConcept exporté C:\Users\Dell\Desktop\G CODE\BAGUE FILETEE.ecc

N4 ; Filtre export utilisé DIN/ISO 2.12

N5 ; Outil	Nom d'outil	Rayon
N6 ; T1D1	Foret à pointer 90°/6mm	3.000
N7 ; T2D1	Outil d'ébauche SCAC R1	0.400
N8 ; T3D1	Foret hélicoïdal 10mm	5.000
N9 ; T4D1	Outil de finition SDJC	0.400
N10 ; T5D1	Foret hélicoïdal 15mm	7.500
N11 ; T6D1	Outil à tronçonner	0.100
N12 ; T7D1	Barre de perçage S10 SD	0.400
N13 ; T8D1	Outil à fileter NL12-3	0.100

N14 ; 1: Positionnement	N40 ; 4: Tournage de contour	N65 G1 X68 Z-55.717
N15 G53 G0 X80 Z50	N41 D0	N66 G0 X68 Z-1
N16 T2 D1	N42 G53 G0 X80 Z50	N67 G1 X68.882 Z-1
N17 M9	N43 T4 D1	N68 G0 X70 Z-1
N18 G96 S220	N44 M9	N69 G0 X70 Z-1
N19 M3	N45 G96 S1300	N70 G96 S1300
N20 G0 X80 Z50	N46 M3	N71 G0 X70 Z-1
N21 ; 2: Surfaçage	N47 G0 X70 Z-1	N72 G0 X52 Z-1
N22 M9	N48 G0 X60.882 Z-1	N73 G42
N23 G96 S1300	N49 G64	N74 G1 X52 Z-2
N24 M3	N50 G1 X60.882 Z-2 F0.100	N75 G1 X56 Z-4
N25 G0 X70 Z1	N51 G1 X60.882 Z-55.324	N76 G1 X56 Z-47
N26 G0 X70 Z-2	N52 G1 X66.985 Z-72.277	N77 G1 X65 Z-72
N27 G64	N53 G3 X66.997 Z-72.348 I-0.394 K-0.071	N78 G1 X65 Z-82
N28 G1 X68 Z-2 F0.100	N54 G1 X66.997 Z-82.348	N79 G40
N29 G1 X0 Z-2	N55 G1 X68 Z-82.348	N80 G1 X67 Z-82
N30 G1 X0 Z-0.400	N56 G0 X68 Z-1	N81 G0 X67 Z-1
N31 G1 X0 Z0	N57 G0 X53.763 Z-1	N82 ; 5: Positionnement
N32 G0 X70 Z0	N58 G64	N83 M9
N33 G1 X70 Z1	N59 G1 X53.763 Z-2	N84 G96 S220
N34 G0 X70 Z1	N60 G1 X53.763 Z-2.065	N85 M3
N35 ; 3: Positionnement	N61 G1 X57.763 Z-4.065	N86 G0 X80 Z50
N36 M9	N62 G3 X57.997 Z-4.348 I- 0.283 K-0.283	N87 ; 6: Plongée
N37 G96 S220	N63 G1 X57.997 Z-47.312	N88 D0
N38 M3	N64 G1 X61.023 Z-55.717	N89 G53 G0 X80 Z50
N39 G0 X80 Z50		N90 T6 D1
		N91 M9

N92 G96 S420	N119 G0 X52.600 Z-3	N145 M3
N93 M3	N120 G33 X52.600 Z-32 K2	N146 G0 X80 Z50
N94 G0 X58 Z-36	N121 G0 X58 Z-32	N147 ; 12: Perçage
N95 G0 X58 Z-37	N122 G0 X58 Z-3	N148 D0
N96 G1 X50 Z-37 F0.020	N123 ; 9: Positionnement	N149 G53 G0 X80 Z50
N97 G0 X58 Z-37	N124 M9	N150 T3 D1
N98 ; 7: Positionnement	N125 G96 S120	N151 G0 X0 Z-1
N99 M9	N126 M3	N152 M9
N100 G96 S120	N127 G0 X80 Z50	N153 G97 S200
N101 M3	N128 ; 10: Perçage	N154 M3
N102 G0 X80 Z50	N129 D0	N155 G94
N103 ; 8: Filetage	N130 G53 G0 X80 Z50	N156 G0 X0 Z-1
N104 D0	N131 T1 D1	N157 G1 X0 Z-18 F320
N105 G53 G0 X80 Z50	N132 G0 X0 Z-1	N158 G0 X0 Z-1
N106 T8 D1	N133 M9	N159 G0 X0 Z-17
N107 M9	N134 G97 S200	N160 G1 X0 Z-34
N108 G97 S200	N135 M3	N161 G0 X0 Z-1
N109 M3	N136 G94	N162 G0 X0 Z-33
N110 G0 X58 Z-3	N137 G0 X0 Z-1	N163 G1 X0 Z-49
N111 G0 X55 Z-3	N138 G1 X0 Z-15 F320	N164 G0 X0 Z-1
N112 G33 X55 Z-32 K2	N139 G0 X0 Z-1	N165 G95
N113 G0 X58 Z-32	N140 G95	N166 G0 X0 Z-1
N114 G0 X58 Z-3	N141 G0 X0 Z-1	N167 ; 13: Positionnement
N115 G0 X53 Z-3	N142 ; 11: Positionnement	N168 M9
N116 G33 X53 Z-32 K2	N143 M9	N169 G96 S1300
N117 G0 X58 Z-32	N144 G96 S2100	N170 M3
N118 G0 X58 Z-3		N171 G0 X80 Z50

N172 ; 14: Perçage	N198 D0	N224 G96 S1300
N173 D0	N199 G53 G0 X80 Z50	N225 M3
N174 G53 G0 X80 Z50	N200 T7 D1	N226 G0 X23 Z-1
N175 T5 D1	N201 M9	N227 G0 X30 Z-1
N176 G0 X0 Z-1	N202 G96 S1300	N228 G64
N177 M9	N203 M3	N229 G1 X30 Z-2 F0.100
N178 G97 S200	N204 G0 X13 Z-1	N230 G1 X30 Z-17
N179 M3	N205 G0 X20 Z-1	N231 G1 X25.800 Z-17
N180 G94	N206 G64	N232 G1 X25 Z-17
N181 G0 X0 Z-1	N207 G1 X20 Z-2 F0.100	N233 G0 X25 Z-1
N182 G1 X0 Z-18.200 F320	N208 G1 X20 Z-37	N234 G0 X35 Z-1
N183 G0 X0 Z-1	N209 G1 X15.800 Z-37	N235 G64
N184 G0 X0 Z-17.200	N210 G1 X15 Z-37	N236 G1 X35 Z-2
N185 G1 X0 Z-34.400	N211 G0 X15 Z-1	N237 G1 X35 Z-17
N186 G0 X0 Z-1	N212 G0 X25 Z-1	N238 G1 X25.800 Z-17
N187 G0 X0 Z-33.400	N213 G64	N239 G1 X25 Z-17
N188 G1 X0 Z-50.600	N214 G1 X25 Z-2	N240 G0 X25 Z-1
N189 G0 X0 Z-1	N215 G1 X25 Z-37	N241 G1 X25 Z-1
N190 G95	N216 G1 X15.800 Z-37	N242 G0 X23 Z-1
N191 G0 X0 Z-1	N217 G1 X15 Z-37	N243 G0 X23 Z-1
N192 ; 15: Positionnement	N218 G0 X15 Z-1	N244 ; 18: Positionnement
N193 M9	N219 G1 X15 Z-1	N245 M9
N194 G96 S850	N220 G0 X13 Z-1	N246 G96 S220
N195 M3	N221 G0 X13 Z-1	N247 M3
N196 G0 X80 Z50	N222 ; 17: Cycle de tournage	N248 G0 X80 Z50
N197 ; 16: Cycle de tournage	N223 M9	N249 ; 19: Plongée
		N250 D0

N251 G53 G0 X80 Z50

N256 G0 X70 Z-86

N261 M9

N252 T6 D1

N257 G0 X70 Z-87

N262 G96 S220

N253 M9

N258 G1 X0 Z-87 F0.020

N263 M3

N254 G96 S420

N259 G0 X70 Z-87

N264 G0 X80 Z50

N255 M3

N260 ; 20: Positionnement

N265 M30