بناء وتقييم نظام تصميم وتصنيع قوالب القص متعددة المراحل بمعونة الحاسوب

د.تحسين فاضل عباس* د.جمال حسين محمد* فراس سعدي عبد القادر*

تاريخ الاستلام : 10 / 3 / 2008
تاريخ القبول : 5 / 6 / 2008

الخلاصة

يهدف البحث الى بناء وتطوير نظام لتوليد ابيانات التصميمية والتصنيعية لقوالب القص متعددة المراحل بالاعتماد على الرسوم الاولية ذات البعدين للاجزاء المراد تصنيع قوالب لانتاجها , حيث تمت معالجة وتطوير البيانات لتوليد تصميم اجزاء القالب المطلوب ببعدين ونصف البعدوفق الخطوات التالية:

- معالجة الشكل الهندسي للمنتج .
- ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية.
- حساب احداثيات نقطة تسليط القوة.
- تصميم الاجزاء الرئيسة للقالب.
- اخيار الاجزاء القياسية من قاعدة بيانات قياسية اعدت لهذا الغرض.
- توليد برامج التشغيل لمكائن التحكم العددي.

يتم الانتقال بين مراحل النظام المقترح بشكل شبه مؤتمت حيث تكون مخرجات كل مرحلة كمدخلات للمرحلة التي تليها.وقد تم استخدام لغة البرمجة فيجول بيسك للتطبيقات في اعداد جميع الخوارزميات.
اثبت النظام المقترح نجاحا" في انجاز الفعاليات المطلوبة على مجموعة من النماذج الاختيارية المقترحة مما مكن من تصنيع احد هذه القوالب اعتمادا" على مخرجات النظام وباستخدام ماكنة القطع بالسلك ذات التحكم العددي.

كلمات دالة : التصميم والتصنيع المعان بالحاسوب , قوالب القص متعددة المراحل ,تريب وضع الجزء بالشريحة , الاجزاء الرئيسة للقوالب , التشغيل بمكائن التحكم العددي

Design and Evaluation of a CAD/CAM System for Progressive Dies

Abstract

The objective aim of this paper is to generate design and manufacturing data of the main components of progressive dies depending on a 2D drawing (low level entities) of the desired part , then the drawing data manipulated and improved to create 2 ½ D design drawing of the designed progressive die in step by step manner as follows:

- Geometrical checking of 2D part drawing elements.
- Pressure calculation.
- Part layout design.
- Design of punches, punches holder, pilot, die, and stripper.
- Construct a standard database.
- CNC program generation for machining of the designed progressive die parts.

The output data of each stage of the proposed system have been used as an input date for the next stage in semi automated manner using Visual Basic Language for Applications [VBA].The system have been implemented for design several progressive dies of different parts to illustrate the system flexibility, then the design results have been implemented for manufacturing one of these dies CNC wire cut machine.

قسم هندسة الانتاج والمعادن , الجامعة التكنولوجية/ بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.27.3.16
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

المقدمة

تنتقل المشغولة في قوالب القص متعددة المراحل من مرحلة الى اخرى بشكل متتابع بحيث يتم انجاز عملية منفصلة في كل مرحلة ويتم الاحتفاظ باتصال المشغولة بالشريحة المعدنية الى اخر مرحلة في القالب حيث تجري عليها عملية الفصل التي تعطي المنتج النهائي. ان كل مراحل القالب تعمل في ان واحد ولكن في مناطق مختلفة على طول الشريحة المعدنية التي تتقدم من مرحلة الى اخرى بمسافة متساوية مع كل شوط عمل لمدك المكبس, اذ تسمى هذه المسافة بمسافة التقدم (Progress) ومنها جاءت تسمية هذا النوع من القوالب (Progressive Dies). تتضمن القوالب متعددة المراحل عمليات فصل الاغفال والتثقيب وفي بعض الاحيان تتضمن عمليات التشكيل كالحني او السحب علاوة على عمليات القص (1).

2.هيكلية النظام المقترح

تم تصميم النظام بحيث يستقبل مكونات الرسم الاولي للجزء المراد تصميم وتصنيع قالب متعدد المراحل لانتاجه من خلال وصف الشكل الخارجي له بتعريف الخطوط المستقية والأقواس والدوائر والمنحنيات باستخدام إحدى طرق التعريف المتاحة برمجيا" , فقد تم على سبيل المثال لأغراض التطبيق في هذا البحث استخدام حقيبة الرسوم AutoCAD لإعداد الرسم الأولي للمنتج وعرض التصميم النهائي للقالب. تم اعتماد لغة البرمجة فيجول بيسيك للتطبيقات (VBA) لإعداد البرامج اللازمة لتصميم وتوليد شكل القالب وكذلك لاستخراج بيانات مسار العدة لتشغيل أجزاء القالب الرئيسية واستخدام مخرجات البرامج لتصنيع هذه الأجزاء باستخدام مكائن التشغيل ذات التحكم العددي [2].

إن لغة البرمجة (VBA) هي جزء قياسي في حقيبة الرسوم الهندسية (AutoCAD2000)، وهذا يعني أنه بالإمكان استخدام هذه اللغة في تنفيذ كافة مهام التطوير التي نريد القيام بها داخل حقيبة الرسوم الهندسية (AutoCAD) دون الحاجة إلى استخدام ملفات تبادل البيانات مثل (DXF ,IGES) لتبادل بيانات رسم المنتج مع برامج أعدت بلغات برمجية أخرى لتوليد رسومات تصميم القالب.بالإضافة إلى ذلك فقد تم اعتماد النمذجة الصلدة (CSG) في توليد رسومات تصميم القالب، بينما تم اعتماد النمذجة بالحافات(wire-frame) في إعادة توليد أجزاء القالب المراد تصنيعها باستخدام مكائن التحكم العددي.في حين تم بناء قاعدة بيانات قياسية تحتوي على بيانات معدن الشريحة وكذلك بيانات بعض أجزاء القالب القياسية كالألواح العليا والسفلى للقالب، الجلب، الدلائل، سنابك التثقيب وحامل القالب، ومن ثم استخدام بياناتها في خطوات تنفيذ البرنامج وبشكل مؤتمت في حالة ملائمتها لشكل المنتج وتوافقها مع البيانات التصميمية المتولدة أثناء تنفيذ البرنامج . لقد وظف النظام المقترح جميع المعادلات التصميمية والجداول والمواصفات القياسية لأجزاء القالب في برامج أعدت لغرض تصميم قوالب متعددة المراحل بحيث يتم تنفيذ هذه البرامج بشكل متسلسل لتقوم بالفعاليات التصميمية وفق الترتيب الآتي:-

1. ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية.
2. حساب قوة القص واختيار المكبس المطلوب.
3. حساب إحداثيات نقطة تسليط القوة.
4. تصميم القالب السفلي.
5. تصميم المدك والدليل.
6. تصميم نازع المعدن الفائض.
7. تصميم صفيحة تثبيت المدكات.
8. اختيار الألواح العليا والسفلى للقالب والأعمدة.
9. اختيار الأجزاء القياسية الأخرى (حامل القالب، الجلب ألد ليلية).
10. توليد برامج التشغيل لكل من المدكات، القالب السفلي، نازع المعدن الفائض والدليل.

إن المراحل التي يتكون منها النظام هي :-

مرحلة المدخلات (Input) :- ويتم فيها إدخال الرسم الهندسي للمنتج ومواصفات الشريحة المعدنية.

مرحلة المعالجة (Processing) :- ويتم في هذه المرحلة تنفيذ البرامج المشار إليها سابقاً.

مرحلة المخرجات (Output) :- ويتم في هذه المرحلة عرض ترتيب وضع الجزء في

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشريحة المعدنية، ، عرض الرسم التجميعي للقالب وتوليد برامج التشغيل لأجزاء القالب ويوضح الشكل رقم (1) مراحل النظام المقترح.

3. استعراض النظام :

3-1.خوارزمية معالجة الشكل الهندسي للمنتج:

المدخلات :- رسم الشكل الهندسي للمنتج.

المخرجات :- خزن إحداثيات الشكل الهندسي للمنتج بالإضافة إلى مساحة ومحيط كل شكل في ملف البيانات.

يتم رسم المنتج المراد تصميم وتصنيع قالب قص متعدد المراحل لإنتاجه من خلال تقسيم رسم المنتج إلى عناصر الرسم الأولية المكونة له كالخطوط والأقواس بالإضافة إلى الدوائر مستفيدين من أوامر الرسم المتوفرة في حقيبة الرسوم الهندسية (AutoCAD 2000). وبعد الانتهاء من رسم المنتج يتم الانتقال إلى المرحلة التالية وهي استخراج إحداثيات عناصر الرسم المكونة لشكل المنتج. الشكل (2) يوضح منتجاً يراد تصميم قالب قص متعدد المراحل لإنتاجه. إن الخوارزمية المستخدمة في هذه المرحلة تحتوي على معالجات مختلفة باختلاف السمة (Entity) المكونة للشكل الهندسي حيث تحتوي لغة البرمجة (VBA) على خواص سمات تختلف باختلاف نوع السمة ويمكن استدعائها من خلال استخدام أوامر خاصة بهذه اللغة تقوم باستحصال البيانات المطلوبة من قاعدة بيانات حقيبة الرسوم (AutoCAD) ومن هذه البيانات إحداثيات نقاط بداية ونهاية كل عنصر من عناصر الرسم، قيم أنصاف أقطار الدوائر والأقواس، مساحة ومحيط سمات محددة وغيرها من الخواص[3].

3-2. خوارزمية تصميم ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية: تعد هذه المرحلة الخطوة الأولى في تصميم أي قالب لقص أو تشكيل الشرائح المعدنية وخاصة القوالب المتعددة المراحل. لأن تصميم الأجزاء القاطعة في القالب يعتمد على الترتيب الناتج من عملية التصميم هذه.أن الهدف من هذه المرحلة هو الحصول على التصميم الأمثل الذي يحقق أكبر استفادة من معدن الشريحة والوصول إلى اقل قيمة للمعدن الفائض مع الحفاظ على الأبعاد القياسية بين الأجزاء المرتبة والحافات الخارجية للشريحة .

أن المدخلات لهذه الخوارزمية هي رسم الجزء وسمك الشريحة المعدنية، أما المخرجات فهي تصميم ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية والذي سيستخدم في مراحل التصميم اللاحقة مع أيجاد عرض الشريحة اللازم استخدامها لإنتاج الجزء المطلوب. والشكل (3) يوضح ترتيب وضع جزء يحتوي على ثقب دائري يراد تصميم وتصنيع قالب قص متعدد المراحل لانتاجه، أما الشكل (4) فيوضح ترتيب جزء يحتوي على ثقب غير دائري، بينما يوضح الشكل (5) مخرجات هذه الخوارزمية.

عندما يكون شكل الثقب الموجود في الجزء دائرياً يتم عرض رسالة على المستخدم تبين طريقة الإرشاد التي يرغب تطبيقها , أما عندما يكون شكل الثقب غير دائري، فتتم أضافه ثقبين دائريين فوق الجزء واسفل الجزء وذلك لتحقيق عملية الإرشاد الغير مباشر, ويتم تحديد قطر الثقبين من قبل المستخدم، حيث يقوم البرنامج بعرض رسالة للمستخدم يطلب فيها إدخال قيمة قطر الثقوب المستخدمة في عملية الإرشاد الغير مباشر.

3-3 خوارزمية حساب قوة القص وتحديد المكبس المطلوب: يتم في هذه المرحلة حساب قوة القص المطلوبة لإنتاج الجزء المطلوب باستخدام قالب قص متعدد المراحل. وتعتمد قوة القص على إجهاد القص لمعدن الشريحة, سمك الشريحة, وطول محيط القص [4].

3-4. خوارزمية حساب إحداثيات نقطة تسليط القوة:

إن الهدف الأساسي من حساب مركز تسليط القوة هو لضمان مرور محور ذراع المكبس خلال هذا المركز عند تثبيت القالب في المكبس لكي تتم عملية القص بصورة صحيحة . عندما يكون شكل الجزء المراد إنتاجه هو شكل غير منتظم يكون مجموع قوى القص المؤثرة على أحد جانبي مركز ذراع المكبس لا يساوي مجموع قوى القص على الجانب الآخر لذراع المكبس وهذا يؤدي إلى توليد عزم حني في ذراع المكبس يؤدي إلى تشويه ذراع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المكبس وهذا يجعل حركته ليست على استقامة واحدة لذلك يجب حساب إحداثيات النقطة التي يكون حولها مجموع قوى القص متوازناً وتسمى هذه النقطة بمركز تسليط القوة وتختلف هذه النقطة عن إحداثيات مركز كتلة الجسم والشكل (6) يوضح كيفية حساب إحداثيات نقطة تسليط القوة وفق التسلسل التالي [5][6] :-

1. ترسم الحدود الخارجية لحافات القص كما موضح في الشكل (6).
2. يرسم المحوران السيني والصادي وكما موضح في الشكل (6).
3. يتم تقسيم حافات القص إلى عناصر الرسم الأولية كالخطوط والأقواس والدوائر ومن ثم ترقيم هذه العناصر
4. إيجاد مقدار طول كل عنصر من عناصر الرسم (L1, L2 , L3 , ...).
5. إيجاد مركز الثقل لكل عنصر من عناصر الرسم كوحدة مفردة.
6. إيجاد المسافة (Xi) : وهي المسافة التي يبعدها مركز ثقل العنصر (i) عن المحور (YY) وتكرر العملية حتى يتم إيجاد المسافة (Xi) لجميع عناصر الرسم.

7.إيجاد المسافة (Yi) : وهي المسافة التي يبعدها مركز ثقل العنصر (i) عن المحور (XX) وتكرر العملية حتى يتم إيجاد المسافة (Yi) لجميع عناصر الرسم.

8. إيجاد إحداثي (Xc1) لنقطة مركز القوة وفق التمثيل الرياضي :-

$$X_{C1} = \frac{\sum l_i x_i}{\sum l_i} \quad \text{.....(1)}$$

9.إيجاد إحداثي (Yc1) لنقطة مركز القوة وفق التمثيل الرياضي :-

$$Y_{C1} = \frac{\sum l_i Y_I}{\sum li} \quad \text{.....(2)}$$

بعد ذلك تتم إعادة الخطوات السابقة لإيجاد مركز تسليط القوة لشكل الثقب ولإيجاد مركز الضغط (Ycc ,Xcc) الواجب مرور محور ذراع المكبس من خلاله ويتم اتباع الإجراءات الآتية :-

أ- حساب العزم حول محور (Y-Y) لكل من قوتي القص وقوة القص الكلية وحسب التمثيل الرياضي :-

$$\sum M_{Y-Y} = F_1 * X_{C1} + F_2 * X_{C2}$$
$$\therefore \sum M_{Y-Y} = F_T * X_{CC}$$

وبمساواة المعادلتين نحصل على :-

$$F_T * X_{cc} = F_1 * X_{C1} + F_2 X_{C2}$$
$$X_{CC} = \frac{F_1 * X_{C1} + F_2 * X_{C2}}{F_T} \quad \text{....(3)}$$

ب - حساب العزم حول محور(X -X) لكل من قوتي القص وقوة القص الكلية وحسب التمثيل الرياضي :-

$$\sum M_{X-X} = F_1 * Y_{C1} + F_2 * Y_{C2}$$
$$\therefore \sum M_{X-X} = F_T * Y_{CC}$$

وبمساواة المعادلتين نحصل على :-

$$F_T * Y_{CC} = F_1 * Y_{C1} + F_2 * Y_{C2}$$
$$\therefore Y_{CC} = \frac{F_1 * Y_{C1} + F_2 * Y_{C2}}{F_T} \quad \text{....(4)}$$

3-5. خوارزمية تصميم القالب السفلي :

يعد تصميم القالب السفلي من أهم مراحل تصميم القالب المتعدد المراحل لأن الاختيار الجيد لسمك القالب يجعله قادراً على مقاومة الاجهادات المتولدة إثناء عملية القص كذلك فإن الاختيار الجيد لمقدار الحاشية التي تضاف حول فتحات حافات القص في القالب يؤدي إلى تحسين المقطع العرضي للقالب مع تقليل احتمالية حدوث الشقوق أثناء المعاملات الحرارية للقالب.

- المدخلات :- شكل وترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية .
- المخرجات :- أنموذج صلد للقالب السفلي وتتم معالجة البيانات وفق التسلسل التالي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. قراءة وتمييز بيانات الأشكال في ترتيب وضع الجزء في الشريحة.
2. تحديد مقدار الخلوص لكل من الغفل والثقب .
3. تعويض قيمة الخلوص المحدد في الفقرة (2) على كل من شكل الغفل وشكل الثقب إذ استخدمت في البحث إحدى خواص لغة (VBA) وهي خاصية (offset) حيث يتم إدخال مقدار الخلوص وبإشارة موجبة بشكل مؤتمت إلى هذه الخاصية لتوليد شكل جديد للثقب وشكل جديد لثقب الإرشاد أما الشكل الجديد للغفل فيتم الحصول عليه من إضافة مقدار الاستعادة المرنة لمعدن الشريحة وبإشارة سالبة في الخاصية (offset) بعدها يتم تحويل الأشكال الناتجة إلى أشكال مستوية صلدة باستخدام الخاصية (region).
4. تحديد سمك القالب (T) باستخدام الجداول القياسية والذي يعتمد على مقدار سمك الشريحة المعدنية المستخدمة [7].
5. تحديد مقدار الحاشية .
6. تحديد مقدار الخلوص الزاوي والذي يسمح للمنتج بالسقوط بحرية من فتحة القالب. حيث يتم تحديد القيمة من قبل المستخدم مستعيناً بالقيم المسموح بها والتي تعرض عليه.
7. يتم تحديد مقدار الجزء المستقيم (Lc) الذي يقع اسفل حافة القطع والمسمى (Cutting land)، والذي من خلاله يمكن إعادة حد القالب دون أن تزداد أبعاد فتحة القالب.حيث تبلغ قيمة هذا الجزء حوالي (3) ملم أو اكبر استناداً لبعض الاعتبارات التصميمية [8].
8. يتم توليد شكل القالب المجسم من خلال إصدار لنظام الرسم (AutoCAD) بالاستعانة بأحد أوامر اللغة (VBA) وهو أمر (AddBox). حيث يتم توليد رسم القالب باستخدام الأنموذج الصلد من خلال أتمتة إدخال بيانات الشكل الخارجي للقالب وهي (الطول، العرض والسمك) بحيث ينطبق مركز تسليط القوة مع مركز القالب[9] ,

والشكل (7) يوضح خطوات توليد القالب السفلي.

3-6. خوارزمية تصميم المدكات والدليل :

تم أعداد هذه الخوارزمية لتصميم المدك فصل الأغفال ومدك التثقيب، حيث يتم إدخال ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية إلى هذه الخوارزمية للمحافظة على مواقع المدكات في القالب دون الحاجة إلى نقلها أثناء توليد الرسم التجميعي للقالب المتقدم.

- المخلات :-ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية .
- المخرجات :- توليد تصميم المدكات وفق المعالجات التالية :

1. تعويض الخلوص باستخدام الخاصية (offset).
2. حساب الطول الأقصى للمدك الثاقب باستخدام المعادلة التالية [9][10] :-

$$L_{\max} = \frac{pd}{8}\sqrt{\frac{E}{t_s} * \frac{d}{t}} \quad \ldots(5)$$

حيث أن:

$L_{\max}$ = الطول الأقصى للمدك (mm).
d = قطر المدك (mm).
E=معامل مرونة معدن المدك (GN/m^2).
ts= إجهاد القص للشريحة (MN/m^2).
t = سمك الشريحة (mm).

3. توليد شكل المدك الثاقب من خلال رسم شكل ثنائي الأبعاد يمثل مسقط لأحد النصفين المتناظرين للمدك باستخدام الأمر (AddLWPolyline) ثم تحويل الشكل الناتج إلى شكل مستوي صلد، من ثم تدوير هذا الشكل حول محور المركز بزاوية مقدارها °(360) درجة فيولّد ذلك أنموذج صلد يمثل شكل المدك الثاقب.
4. توليد شكل سنبك فصل الاغفال بنفس الطريقة التي تم فيها توليد فتحة فصل الاغفال في القالب السفلي وذلك من خلال سحب الشكل باتجاه الأعلى وبقيمة تساوي طول المدك الذي تم تحديده في الفقرة (2).
5. تعتمد طريقة تصميم الدليل على تصميم المدك الثاقب ماعدا الاختلاف في شكل قمة الدليل التي تكون بشكل نصف كرة بقطر يساوي قطر الدليل أما طول الدليل فان يساوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

طول المدك الثاقب مضاف إليه سمك الشريحة مضاف إليه نصف قطر الدليل وذلك لضمان دخول الدليل في الثقب وتصحيح موقع الشريحة قبل أن يبدأ أي من المدكات بعملية القص. ويتم تحديد قطر الدليل بالاعتماد على قطر المدك الثاقب وحسب العلاقات العملية التالية [12]:

للمشغولات ذات الدقة المتوسطة P=P1-0.05 to 0.1

للمشغولات ذات الدقة العالية P=P1-0.025 to 0.05

للمشغولات الدقيقة جدا P=P1-0.13 to 0.018

حيث أن: (P)يمثل قطرالدليل (mm).

(d) يمثل قطر المدك الثاقب (mm).

6. أما في حالة الإرشاد المباشر، فلا يتم تطبيق الفقرة (5) بل يتم الاستعانة بقاعدة البيانات القياسية للدلائل المستخدمة في الإرشاد المباشر والتي بناها الباحث حيث تستخرج البيانات القياسية للدليل بالاعتماد على قطر الثقب . ويتم توليد شكل الدليل بحيث يظهر وكأنه مربوط بوجه مدك فصل الإغفال.

3-7. خوارزمية تصميم نازع المعدن الفائض :

أعتمد خلال البحث تصميم نازع المعدن الفائض من النوع الصندوقي وذلك لكثرة استعماله في القوالب المتقدمة إضافة إلى سهولة تطبيق الطريقة المقترحة لتصميمه. حيث يتم تصميم هذا النوع من تطبيق بعض المعادلات العملية لتحديد الإبعاد الضرورية لتوليد شكل التصميم النهائي لنازع المعدن الفائض. أن المدخلات إلى هذه الخوارزمية هي ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية ، سمك وعرض الشريحة المعدنية المستخدمة، قطر السنبك الثاقب.

- المدخلات :- ترتيب وضع الجزء في الشريحة , سمك وعرض الشريحة , قطر السنبك الثاقب.
- المخرجات :- أنموذج صلد يمثل تصميم شكل نازع المعدن الفائض.

3-8. خوارزمية تصميم صفيحة تثبيت المدكات :

يتم في هذه المرحلة من البرنامج تصميم صفيحة تثبيت المدكات حيث تتم عملية توليد شكل هذا الجزء بنفس الطريقة التي تم فيها توليد شكل القالب السفلي وشكل نازع المعدن الفائض. حيث يتم إدخال ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية , قطر رأس المدك , قطر المدك , ويتم حساب طول صفيحة تثبيت المدكات وعرضها واللذان اعتمدا في البحث مساويان إلى طول القالب السفلي وعرضهِ كذلك يتم في هذه الخوارزمية حساب سمك الصفيحة .

- المدخلات :- ترتيب وضع الجزء في الشريحة , سمك وعرض الشريحة , قطر رأس المدك ,قطر المدك .
- المخرجات :- أنموذج صلد يمثل تصميم شكل صفيحة تثبيت المدكات.

3-9. خوارزمية اختيار الأجزاء القياسية :

لقد تم في النظام المقترح تحميل قاعدة بيانات قياسية لغرض اختيار الأبعاد المناسبة لهذه الأجزاء والتي تتوافق مع شكل المنتج وحجم القالب [11],[12].:

- المدخلات :- قاعدة بيانات قياسية .
- المخرجات :- اختيار الأجزاء القياسية وفق التسلسل التالي :

1. اختيار أبعاد لوحي القالب العلوي والسفلي وسمك كل منها بالإضافة إلى قطر العمود الدليلي والمسافات بين الأعمدة ألدليلية اعتماداً على طول القالب السفلي وعرضهِ.
2. اختيار الجلبة ألدليلية من قاعدة البيانات اعتماداً على قطر العمود الدليل وسمك اللوح العلوي للقالب (من الفقرة (1)).
3. حساب الارتفاع المغلق للقالب .
4. تدقيق أبعاد منضدة المكبس مع أبعاد ألوح السفلي للقالب إذ يجب أن تكون أبعاد منضدة المكبس أكبر من لوح القالب السفلي وفي حالة عكس ذلك يتم اختيار مكبس آخر ذو أبعاد أكبر.
5. اختيار حامل القالب من قاعدة البيانات اعتمادا على سعة المكبس المستخدم.
6. توليد الأشكال القياسية باستخدام الأنموذج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الصلد وبالاعتماد على طرائق توليد الرسوم في لغة البرمجة (VBA) .
تكتمل عملية تصميم القالب بانتهاء تنفيذ هذه الخوارزمية حيث تُخزن نتائج تنفيذ الخوارزميات السابقة كأبعاد الأجزاء ومركز الضغط والخلوص وغيرها من مخرجات المعالجات المتسلسلة في ملف بيانات يُمثل مواصفات القالب الكاملة وكذلك يتم عرض ترتيب وضع الجزء في الشريحة المعدنية وشكل المنتج بالإضافة إلى الرسم التجميعي للقالب في نافذة نظام الرسوم (AutoCAD) وكما موضح في الشكل (8).

3-10. خوارزمية توليد برامج التشغيل لأجزاء القالب الرئيسية

بعد إكمال تصميم قالب القص المتعدد المراحل يتم الانتقال إلى توليد بيانات تشغيل أجزاء القالب الرئيسية من خلال توليد مسار عدة القطع لتشغيل تلك الأجزاء باستخدام مكائن القطع ذات التحكم العددي. حيث يتم في هذه الخوارزمية توليد برامج القطع لكل من مدك فصل الأغفال، المدك الثاقب، الدليل، القالب السفلي ونازع المعدن الفائض. وتقوم هذه الخوارزمية بإعادة توليد كل جزء من هذه الأجزاء بشكل منفصل بالاعتماد على بيانات القالب المتولدة في مرحلة التصميم ومن ثم تمثيل هذه الأجزاء باستخدام أنموذج التمثيل بالحافات.بعد ذلك يتم استدعاء خوارزمية استخراج بيانات الشكل لاستخراج إحداثيات النقاط المكونة للشكل الهندسي وعزل الخطوط المستقيمة عن الأقواس وإعطاء الخطوط المستقيمة رمز الحركة (G01) بينما يُعطى رمز الحركة (G02) للقوس المتجه مع عقارب الساعة وكذلك رمز الحركة (G03) للقوس المتجه عكس عقارب الساعة[13][14]. بالإضافة إلى ذلك يتم تعويض نصف قطر العدة أثناء استخراج بيانات الشكل الهندسي، حيث يُضاف نصف قطر العدة في حالة السنابك والدليل بينما يتم طرح نصف قطر العدة في حالة تشغيل التجاويف أو الفتحات.أما فيما يخص متغيرات عملية القطع فيتم إدخالها عن طريق رسائل يعرضها البرنامج في بداية تنفيذ هذه الخوارزمية. الشكل (9) يمثل المخطط الانسيابي لهذه الخوارزمية.

4. واجهات الربط في النظام المقترح:

لغرض تسهيل عملية التفاعل بين المستخدم والنظام المقترح، فقد تم بناء مجموعة من واجهات الربط تستخدم لإدخال المتغيرات الضرورية لبدء عملية تصميم القالب علاوة على عرض نتائج النظام والخاصة بأبعاد القالب والمكبس مع عرض بيانات مسار عدة القطع الخاص بكل جزء من الأجزاء التالية والذي يستخدم لتشغيل تلك الأجزاء على مكائن القطع ذات التحكم العددي وهذه الأجزاء هي (القالب السفلي، مدك فصل الاغفال، مدك التثقيب، الدليل ونازع المعدن الفائض),ويمثل الشكل (10) الواجهة الرئيسية و واجهة فرعية لعرض بيانات تشغيل أحد أجزاء القالب.

5. المناقشة

جرى في هذا البحث تقسيم التصميم المتكامل لقوالب القص متعددة المراحل إلى عدة مراحل متسلسلة تعتمد جميعها على شكل المنتج وباعتماد البرامج المفردة لكل مرحلة من مراحل التصميم يتم تنفيذها بشكل متسلسل وبصورة مؤتمتة لتوليد تصميم عناصر القالب، حيث ترتبط بالبرنامج الرئيس برامج فرعية الغرض منها استرداد بيانات بعض عناصر القالب القياسية والتي تلائم شكل المنتج وتتوافق مع الصيغ والعلاقات العملية المستخدمة في تصميم القالب ومن ثم تحويل هيئة بيانات تصميم إلى بيانات تشغيل من خلال توليد مسار العدة لتشغيل عناصر القالب المختلفة باستخدام مكائن التحكم العددي. صممت عدة نماذج لقوالب القص المتقدمة باستخدام النظام المقترح شكل (8),(11), واستثمرت نتائج التصميم لتصنيع أحد هذه النماذج للتأكد من كفاءة النظام.إن طبيعة عمل النظام تعتمد على صيغة المحاكاة (Interactive Mode) وتنجز الفعاليات المطلوبة بأسلوب شبه مؤتمت لتقليل هامش التأثير البشري وبالتالي تقليل من مستوى الخبرة المطلوبة لمصممي ومصنعي هذا النوع من القوالب

6. الاستنتاجات

يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات بما يلي :-

- إمكانية اشتقاق وتوليد شكل وتصميم قالب القص متعدد المراحل من خلال اعتماد الرسم الاولي للمنتج.
- إن استخدام لغة البرمجة فيجول بيسك للتطبيقات (VBA) ساهم بشكل فاعل في بناء خوارزميات تصميم أجزاء القالب , مما مكن من الاستغناء عن استخدام

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

صيغ ملفات تبادل البيانات (DXF, IGES) لمعالجة البيانات بين المراحل المختلفة لتصميم القالب.

- إمكانية توليد تصميم أجزاء القالب المختلفة باستخدام طريقة التمثيل بالنماذج الصلدة أثناء مراحل التصميم, وكذلك باستخدام طريقة التمثيل بالحافات (wire-frame) أثناء مرحلة توليد مسار العدة لبعض أجزاء القالب لتشغيل تلك الأجزاء من خلال مكائن التشغيل ذات التحكم العددي, وتعد هذه الإمكانية ميزة في بناء أنظمة التصميم والتصنيع المعان بالحاسوب .
- إن المنهجية المعتمدة في إعداد خوارزميات النظام المقترح وتنفيذها تلائم متطلبات التطبيقات العملية لتصميم قوالب القص متعددة المراحل اخذين بنظر الاعتبار كافة الاحتمالات والمتغيرات التصميمية اللازمة لإنجاز التصميم الكامل للقالب وبشكل فعال.
- اثبت النظام مرونة عالية في التعامل مع أشكال مختلفة من خلال إمكانية توليد التصميم الخاص بقوالب القص ذات المراحل المتعددة والتي يمكن تصنيعها لإنتاج تلك الأشكال اعتماداً على مخرجات النظام. حيث يمثل الشكل (11) أنموذجاً لجزء آخر تم تصميم قالب قص متعدد المراحل لانتاجه, بنفس الأسلوب المتبع في النظام المقترح. ولغرض تقييم النظام من حيث دقة النتائج والمعولة، فلقد تم تصميم وتصنيع أنموذج لقالب قص متعدد المراحل لغرض إنتاج الجزء الموضح في الشكل (2) وبالاعتماد على النتائج المستحصلة من تنفيذ برامج النظام. حيث أثبتت النتائج نجاح النظام في مرحلتي التصميم والتصنيع للقالب علاوة على دقة أبعاد المنتج بعد تشغيل.

المصادر

[1]B.T.Cheok;"An Intelligent Planning Aid For The Design of Progressive Dies". Proceeding, Institution of Mechanical Engineers, Vol.210, 1996.

[2]Active X and VBA Developer's Guide, Autodesk Inc, 1999.

[3]Active X and VBA Reference, Autodesk Inc, 1999.

[4]Frank W.Wilson," Fundamental of Tool Design ", 1987.

[5]Special Die & Tool, Die set, Jig & Fixture Mgf, Manufacturing Industry Series 2002.

www.census.

Gov/prod/eco2/eco231i333514t.pdf.

[6]Kalpakjian Schmid; " Manufacturing Processes for Engineering Materials " 4th ed. Prentice Hall, 2003.

[7]J.R.Paquin;" Die Design Fundamentals", 1962.

[8]Sun Bong Lee, Dong_Hwan Kim and Byung_Min Kim ; " Development of An Optimal Layout Design System in Multi hole Blanking", International Journal of precision Engineering and Manufacturing ,Vol.5, No.1, January 2004.

[9]I.P.C.Pandy;" Production Engineering Science", 1995.

[10]H.S.Ismail;" Feature-Based Design of Progressive Press Tools ", Int. Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol.36, No.3, 1996.

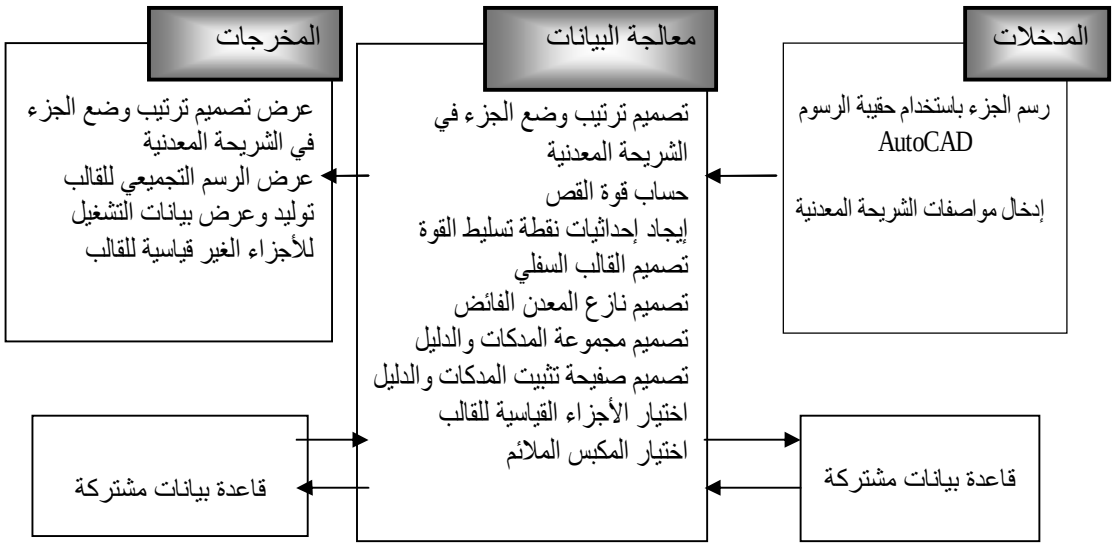
[11]Frank W.Wilson;" Die Design HandBook ", 1965.

[12]D.Eugene Ostergaard;" Basic Die Making ", 1963.

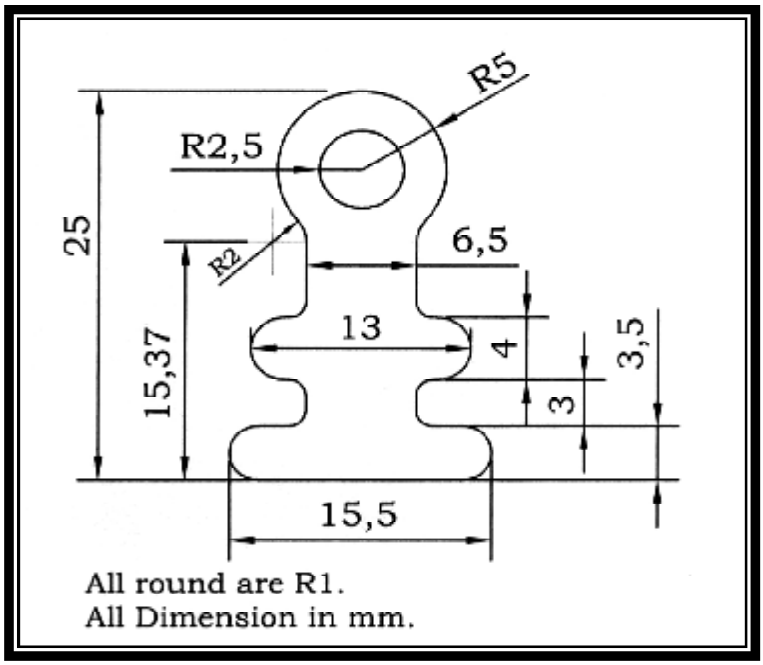
[13]Kumar, S. & Jha, A. K.; Technology of Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM: CAE), 1993.

[14]Stanton, G. " Numerical Control Programming: Manual CNC & APT/Compact II", 1988

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

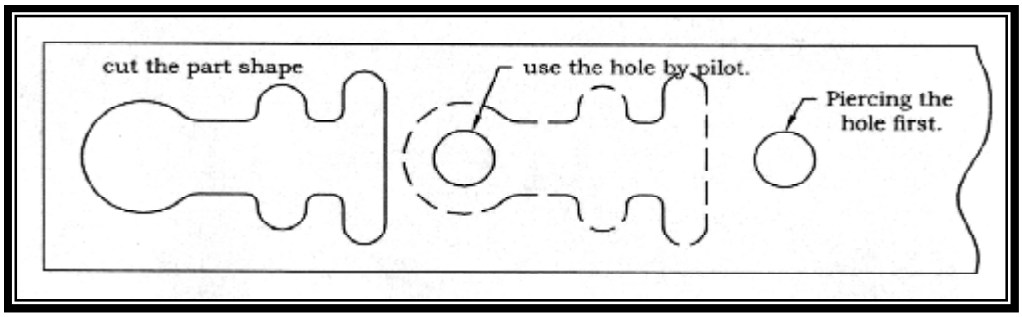


شكل (1) هيكلية النظام المقترح

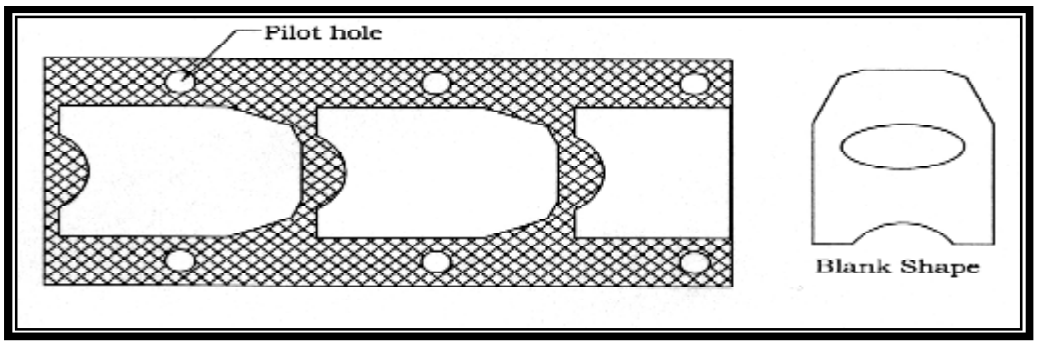


شكل (2) الشكل الهندسي لجزء يراد تصميم وتصنيع قالب لانتاجه

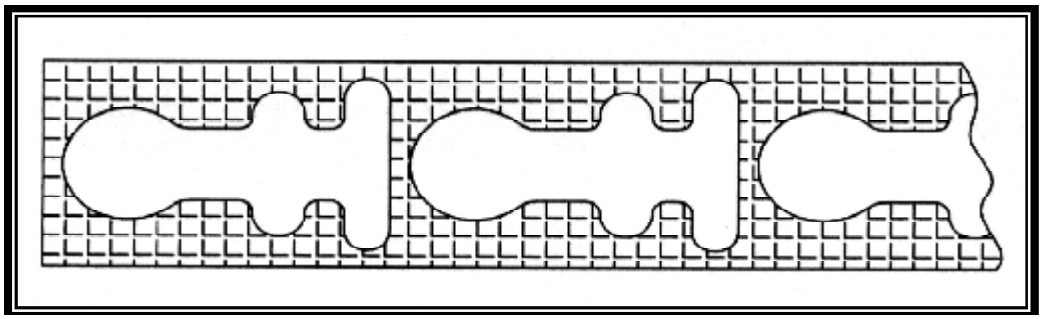
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (3) ترتيب وضع جزء -يحوي ثقب دائري -في الشريحة المعدنية

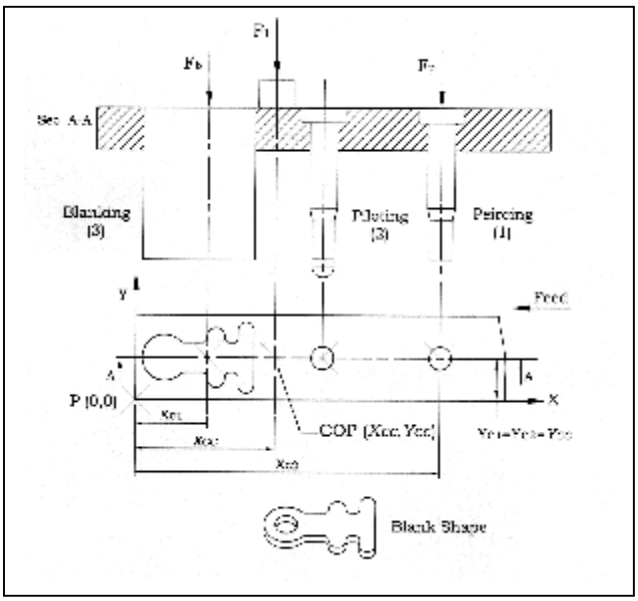


شكل(4) ترتيب وضع جزء يحتوي على ثقب غير دائري في الشريحه المعدنيه

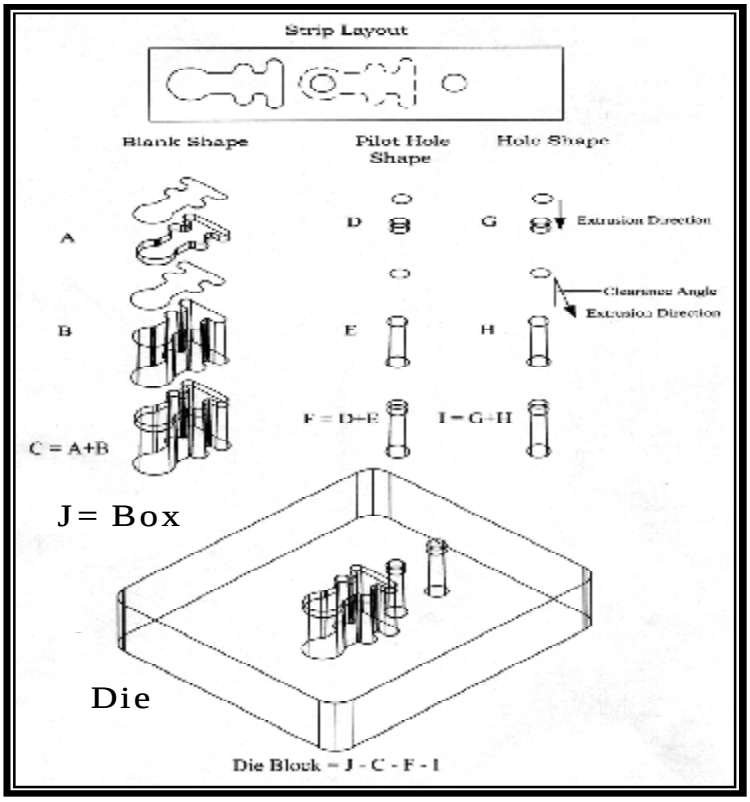


شكل (5) مخرجات خوارزمية تصميم ترتيب وضع الجزء في الشريجة المعدنية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

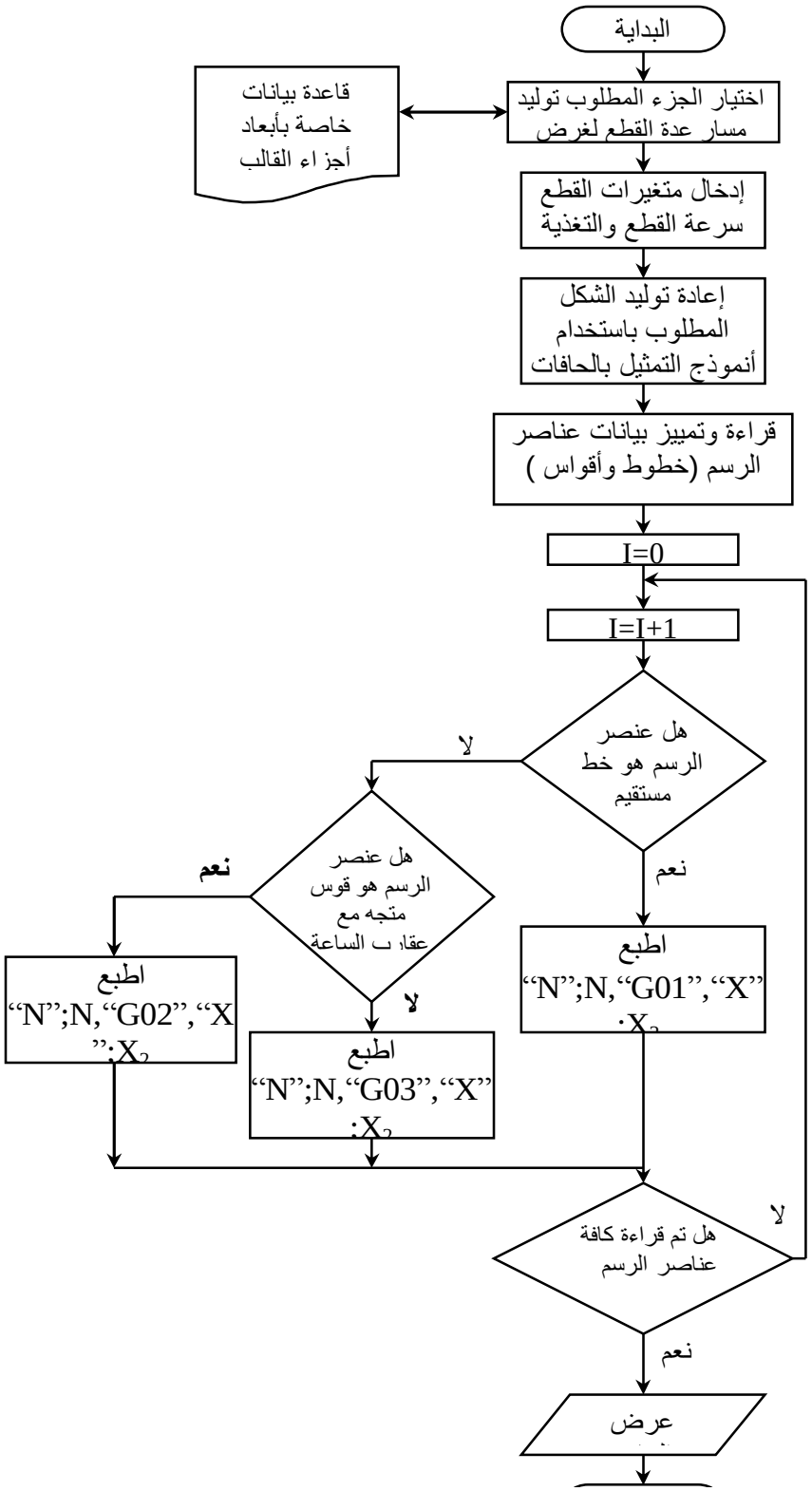


شكل (6) موقع مركز تسليط القوة



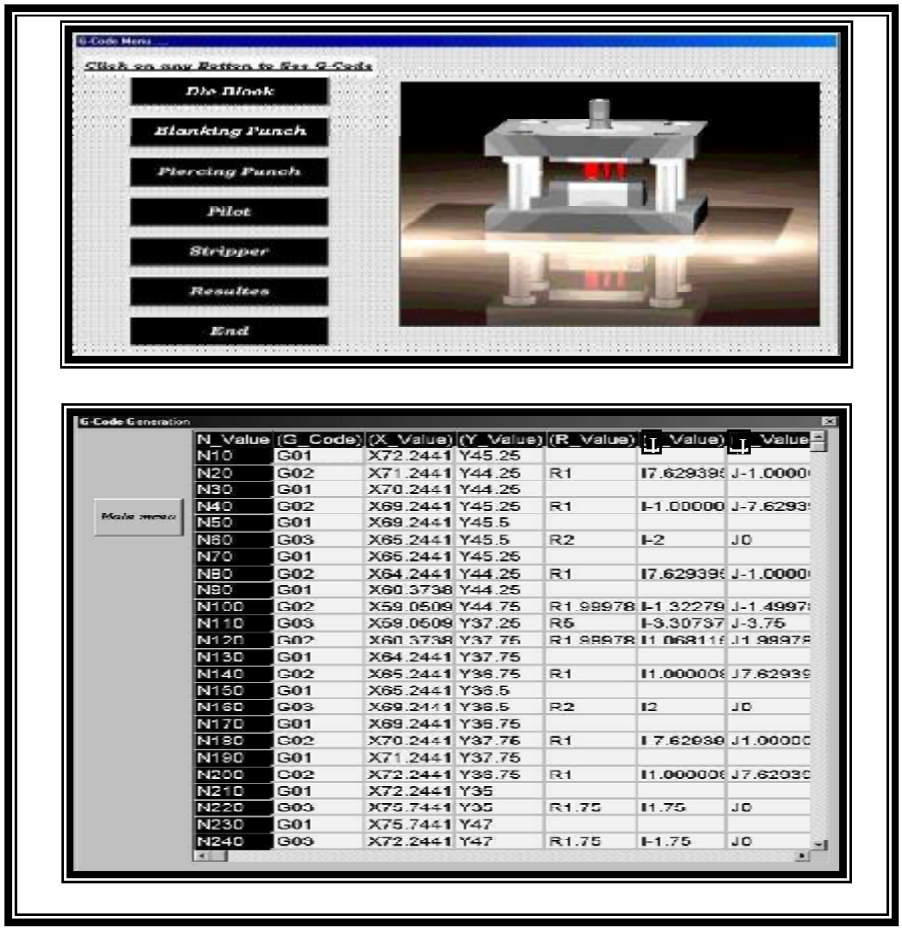
شكل (7) خطوات توليد القالب السفلي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



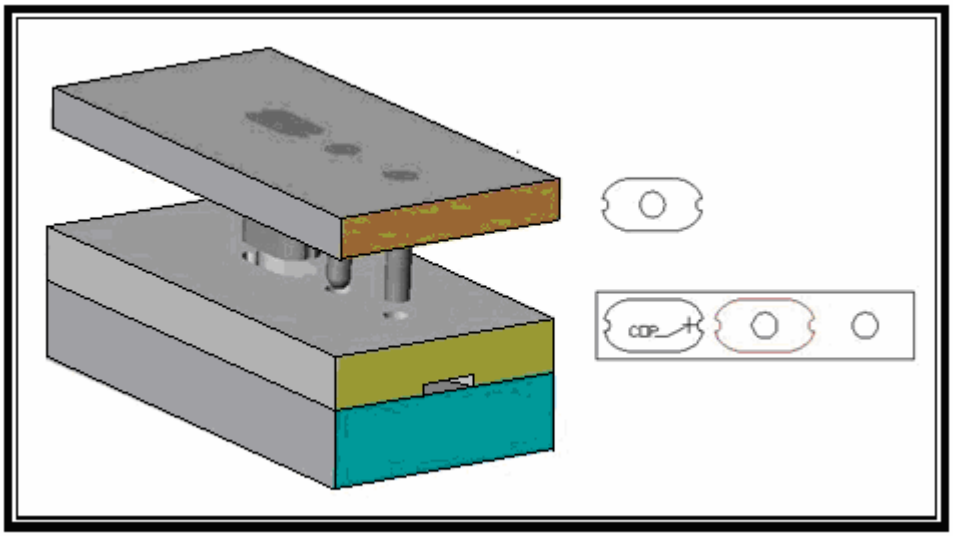
شكل (8) خوارزمية النظام المقترح

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



N_Value	G_Code	X_Value	Y_Value	R_Value	I_Value	J_Value
N10	G01	X72.2441	Y45.25			
N20	G02	X71.2441	Y44.25	R1	I7.629398	J-1.0000
N30	G01	X70.2441	Y44.25			
N40	G02	X69.2441	Y45.25	R1	I-1.00000	J-7.6293
N50	G01	X69.2441	Y45.5			
N60	G03	X65.2441	Y45.5	R2	I-2	J0
N70	G01	X65.2441	Y45.25			
N80	G02	X64.2441	Y44.25	R1	I7.629398	J-1.0000
N90	G01	X60.3738	Y44.25			
N100	G02	X59.0509	Y44.75	R1.99978	I-1.32279	J-1.4997
N110	G03	X59.0509	Y37.25	R5	I-3.30737	J-3.75
N120	G02	X60.3738	Y37.75	R1.99978	I1.06811	J1.99978
N130	G01	X64.2441	Y37.75			
N140	G02	X65.2441	Y38.75	R1	I1.00000	J7.62939
N150	G01	X65.2441	Y36.5			
N160	G03	X69.2441	Y36.5	R2	I2	J0
N170	G01	X69.2441	Y36.75			
N180	G02	X70.2441	Y37.75	R1	I 7.62939	J1.00000
N190	G01	X71.2441	Y37.75			
N200	G02	X72.2441	Y38.75	R1	I1.00000	J7.62939
N210	G01	X72.2441	Y35			
N220	G03	X75.7441	Y35	R1.75	I1.75	J0
N230	G01	X75.7441	Y47			
N240	G03	X72.2441	Y47	R1.75	I-1.75	J0

شكل(9) واجهة تشغيل احد الاجزاء الرئيسة للقالب



شكل(10) الرسم التجميعي لقالب تم تصميمه باستخدام النظام

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com