تصميم وتنفيذ روبوت ثلاثي درجات الحرية للاستخدام في عمليات التشغيل المبرمجة

الملخص

تم في هذا البحث تصميم وتنفيذ روبوت ثلاثي درجات الحرية تدريبي للإستخدام في العملية التدريسية حيث يمكن تصنيعه محلياً بشكل كامل و بتكاليف منخفضة مما يساعد على تطوير وتصنيع هذه الروبوتات محلياً بدلاً من استيرادها من الخارج. تمت عملية التصميم والتنفيذ وفق المراحل التالية:

1 – تصميم الجزء الميكانيكي باستخدام برنامج ال SOLIDWORK وتم بعد ذلك تنفيذه بشكل كامل.

2 – تصميم وتنفيذ نظام قيادة هذه الآلة وفق مايلي:

أولاً: تصميم وتنفيذ الواجهات البرمجية للتحكم بالروبوت باستخدام برنامج ال MATLAB و تقنية الواجهات GUI (Graphic User Interface) وبالتالي إعداد الخوارزميات اللازمة لإدخال وترجمة ومحاكاة مسارات الروبوت.

ثانياً: تصميم وتنفيذ الخوارزميات اللازمة لتحليل وتوليد مسارات الروبوت وذلك بلغة البرمجة C++ وبعد ذلك تم تحويلها إلى مكتبة ربط ديناميكية لإمكانية استخدامها في أية لغة برمجية.

ثالثاً: تصميم وتنفيذ الأنظمة التحكمية اللازمة لقيادة المحركات تبعاً للقيم القائدة (السرعة، المسافة، الاتجاه) الناتجة عن الخوارزميات البرمجية.

3 – تجريب الروبوت للتأكد من جودة التصميم الميكانيكي ودقة الأنظمة التحكمية.

الكلمات المفتاحية: الروبوت، المسألة الحركية، نظام تحكم، مسار الروبوت.

1- المقدمة:

تمثل أنظمة الروبوت من حيث المبدأ وسيلة حديثة لعمليات الإنتاج الآلي المعقدة ويمكننا من خلال استخدام الروبوتات إلغاء أو تحديد العمل اليدوي بشكل كلي أو جزئي في العمليات الصناعية الأساسية أو المساعدة حيث برهنت التجربة أنّ العمليات اليدوية العديدة لا يمكن أتمتتها بوسائط تقليدية، ومن هذا المنطلق فإنّ المتطلبات الأساسية في استخدام الروبوت الصناعي والتطبيقات الواسعة له قد ظهرت بأجزاء ميكانيكية متعددة بكل درجات الحرية الفعالة [1]. وهذا يعني أنها مقادة بقوة آلية وباستخدام الذراع الآلية في نظام التحكم الآلي للروبوت فإنّ أغلب العمليات تنجز بفعالية عمل مشابهة لحركة الذراع البشرية.

إنّ أنظمة التحكم بالروبوت تستطيع بسهولة أن تحقق عمليات متعددة، كذلك فإن الروبوتات الصناعية تمثل آليات متعددة الأغراض تفي بالمتطلبات العصرية للإنتاج الآلي المرن و تحقق التقنية الاقتصادية والأعمال المطلوبة في الإنتاج المعقد والبيئات الصعبة .

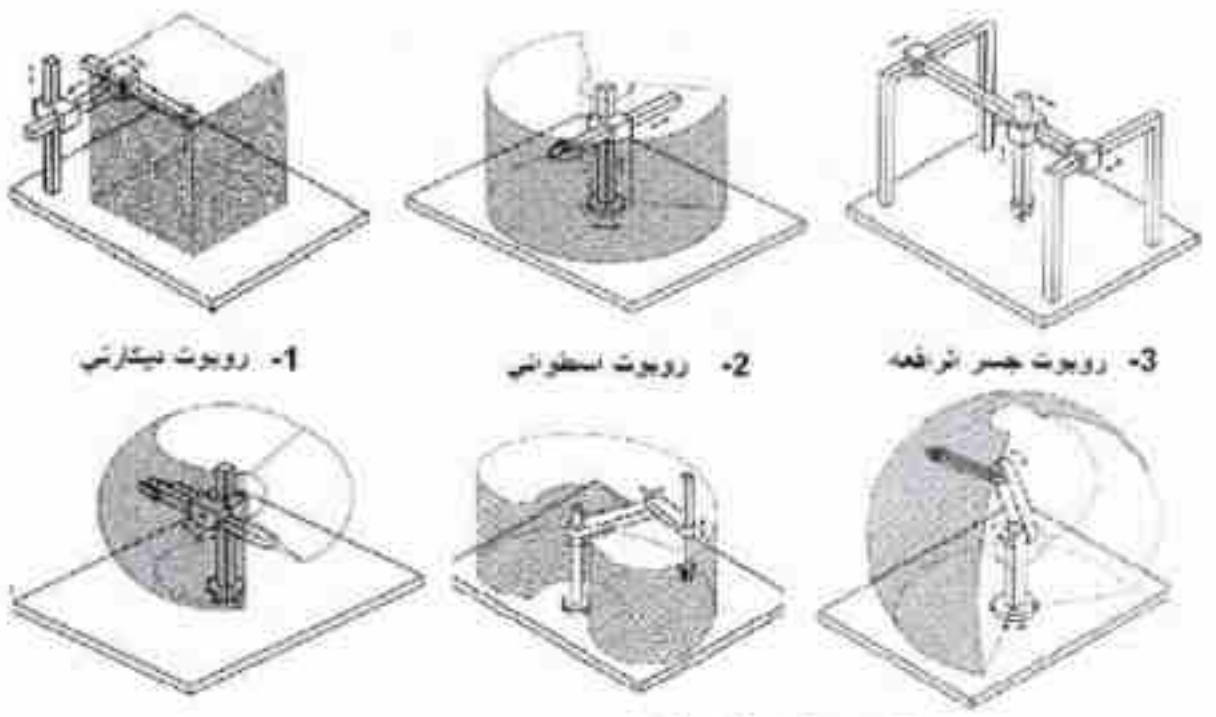
استخدمت الأذرع الآلية مؤخراً في المصانع للقيام بالأعمال الروتينية التي تحتاج إلى قوة عضلية ولا تتطلب عمليات أو أنشطة ذهنية معقدة مثل عمليات اللحام والدهان في مصانع السيارات، وقد اعتمد تشغيل هذه الأذرع على دقة وسرعة أنظمة التحكم التي تعمل بواسطة أجهزة الحاسب الآلي، وكان اليابانيون أول من استعمل هذه الأذرع بصورة موسعة في صناعة السيارات والذي نتج عنه غزو اليابان للأسواق العالمية بسيارات ذات جودة عالية وأسعار منافسة.

مع تطور أنظمة التحكم الآلية وازدياد قدرة الحاسبات الآلية التي تشغل الروبوتات ازدادت قدرات الأذرع الآلية [2] وأصبحت تقوم بأعمال دقيقة ومركبة كصنع شرائح الميكرو كمبيوتر وغيرها من الأعمال التي تتطلب أنظمة تحكم معقدة وصعبة إلا أن هذه الأعمال كانت محدودة بما يمكن إنجازه باستخدام أساليب البرمجة التقليدية، وقد أدى إدخال أساليب الذكاء الصنعي في برمجة هذه الأذرع إلى فتح آفاق جديدة لم تكن ممكنة من قبل.

تصنف الروبوتات حسب المعايير التالية:

- التصنيف وفقاً للتحكم بالمسار [3]: المسار من نقطة إلى نقطة (Point to Point Path) والمسار الخطي (Linear Path) و المسار المستمر (Continuous Path).
- التصنيف وفقاً لنوع التحكم [4]: التحكم بدارة مفتوحة، التحكم بدارة مغلقة.
- التصنيف وفقاً لنوع دارة القيادة: هيدروليكية، كهربائية، هوائية.
- التصنيف تبعاً للحيز الذي تخدمه [5] حيث يبين الشكل (1):

الروبوتات الديكارتية، الروبوتات الأسطوانية، الروبوتات الجسرية، الروبوتات الكروية، روبوتات متمفصلة (دوارنية-انسحابية).



الشكل (1) الحيز الفراغي الذي يخدمه الروبوت

- التصنيف وفقاً للمهام المطلوبة منها: الروبوتات الصناعية المرنة، روبوتات الاستكشاف عن بعد، روبوتات معالجة المواد الخطرة، روبوتات الخدمة.

- التصنيف وفقاً لطريقة عملها [6,7]: المناولات (Manipulators)، الروبوتات التتابعية (Sequence Robots)، الروبوتات المقلدة (Playback Robots).

- التصنيف وفقاً لطريقة برمجتها [8]: الروبوتات القابلة للبرمجة (Programmable robots)، الروبوتات التكيفية [9] (Adaptive robots)، الروبوتات الذكية (Intelligent robots).

يوجد مسألتين أساسيتين لدراسة الروبوت[10]:

أولاً: المسألة الكينيماتيكية (الحركية): يدرس في هذه المسألة مسار وسرعة قابض الروبوت وتطبق هذه المسالة في الروبوتات التي تكون فيها حركة القابض حرة كما في الروبوتات التي تقوم بعمليات الدهان أو اللحام أو قص الليزر.

ثانياً: المسألة الديناميكية (التحريكية): في هذه الحالة تكون حركة القابض مقيدة حسب العمل الذي يقوم به الروبوت كالروبوتات التي تقوم بعمليات التلميع أو التجميع الدقيق، في هذه الحالة يجب الأخذ بعين الاعتبار القوى والعزوم و التسارعات المؤثرة على قابض الروبوت.

2- خطوات اجراء البحث:

يهدف البحث إلى تصميم وتنفيذ نموذج مصغر لروبوت مخبري ويتم تنفيذه وفق الخطوات التالية:

1- نمذجة المسألة الحركية العكسية للروبوت.

2- تصميم وتنفيذ القسم الميكانيكي للروبوت.

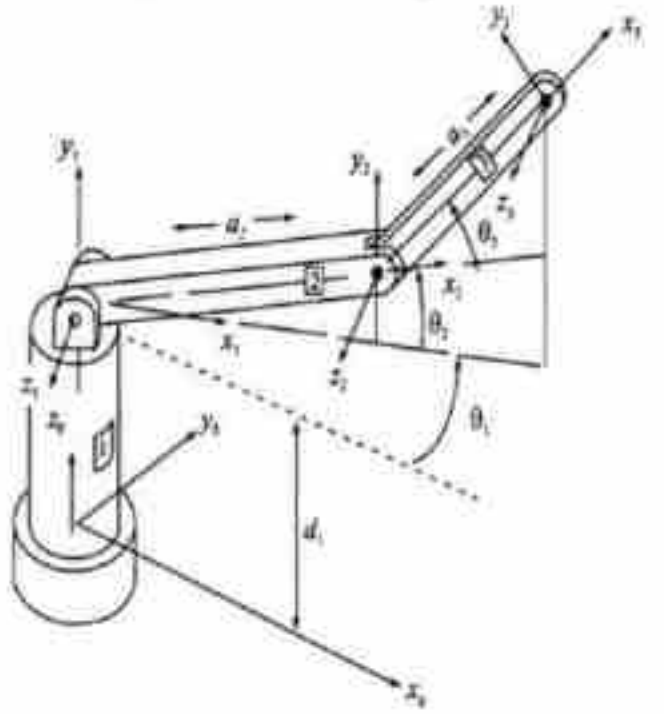
3- تصميم وتنفيذ الخوارزميات والبرامج اللازمة لاستثمار الروبوت باستخدام برنامج الـ MATLAB-GUI واجراء عمليات المحاكاة .

4- تصميم وتنفيذ القسم التحكمي اللازم لقيادة الروبوت باستخدام الكمبيوتر و المتحكم الصغري Microcontroller .

3- النموذج الرياضي الحركي للروبوت:

يتكون الروبوت موضع الدراسة وكما هو مبين في الشكل (2) من ثلاثة أذرع وثلاثة مفاصل تتحكم بحركة دورانية لذراع شاقولية وحركة قراعية ثلاثية البعد للنهاية الطرفية، يدعى هذا النوع من الروبوتات بالنوع الكوعي.

يمكن أن نحدد المحاور الإحداثية اعتماداً على (Denavit-Hartenberg) [11]، حيث ينطبق المحور z_0 على محور الوصلة الاولى (العمود الشاقولي)، المحور x_0 يتحدد بشكل اختياري بحيث يكون عمودي على المحور السابق z_0 و



الشكل (2) الشكل العام للروبوت

يتقاطعان في أسفل الوصلة الأولى، نختار المحور z_1 على امتداد محور الدوران للوصلة 2 ووجهته اختيارية، والمحور x_1 على امتداد العمود المشترك للمحورين z_0 و z_1 وباعتبار المحورين متقاطعان جهته اختيارية، والمبدأ O_1 في نقطة تقاطع المحور z_1 مع المحور z_0. بإتباع نفس الطريقة السابقة نلاحظ أن المحورين z_2 و z_3 يوازيان z_1 والمحور x_2 يقع على امتداد الوصلة 2 و x_3 يقع على امتداد الوصلة 3. بالتالي يمكننا تشكيل الجدول (1) الذي يظهر البارامترات لكل من الوصلات الثلاثة.

جدول (1) بارامترات الوصلات الثلاثة للروبوت

Link	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	d_1	0	+90
2	θ_2	0	a_2	0
3	θ_3	0	a_3	0

نلاحظ أن البارامترات المتغيرة هي $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ والبارامترات الأخرى ثابتة.

لمعرفة إحداثيات القابض نتيجة حركة معينة بالنسبة لنقطة مرجعية (نقطة تثبيت الذراع الآلية) لابد من تحديد المصفوفات الموسعة التي تربط ما بين جمل المحاور المختلفة فنلاحظ أن مصفوفة التحويل الموسعة التي تربط ما بين جملة المحاور (o_0, x_0, y_0, z_0)وجملة المحاور (o_1, x_1, y_1, z_1) يمكن كتابتها على النحو التالي :

$$[A]_1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & 0 & \sin\theta_1 & 0 \\ \sin\theta_1 & 0 & -\cos\theta_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (1)$$

كما أن مصفوفة التحويل الموسعة التي تربط ما بين جملة المحاور (o_1, x_1, y_1, z_1) وجملة المحاور (o_2, x_2, y_2, z_2) تكتب على النحو التالي:

$$[A]_2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & a_2 * \cos\theta_2 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & a_2 * \sin\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (2)$$

في حين أن مصفوفة التحويل الموسعة التي تربط ما بين جملة المحاور (o_2, x_2, y_2, z_2) وجملة المحاور (o_3, x_3, y_3, z_3) يمكن كتابتها على النحو التالي:

$$[A]_3=\begin{bmatrix}\cos\theta_3 & -\sin\theta_3 & 0 & a_3*\cos\theta_3\\ \sin\theta_3 & \cos\theta_3 & 0 & a_3*\sin\theta_3\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \qquad (3)$$

بضرب المصفوفات الموسعة بعضها ببعض نحصل على مصفوفة التحويل الكلية الموسعة :

$$[A]_0=[A]_1*[A]_2*[A]_3 \qquad (4)$$

عناصر هذه المصفوفة هي :

$$A_{12}=-\cos\theta_1\sin(\theta_2+\theta_3) \qquad (5)$$

$$A_{13}=\sin\theta_1 \qquad (6)$$

$$A_{14}=\cos\theta_1[a_3\cos(\theta_2+\theta_3)+a_2\cos\theta_2] \qquad (7)$$

$$A_{21}=\sin\theta_1\cos(\theta_2+\theta_3) \qquad (8)$$

$$A_{22}=-\sin\theta_1\sin(\theta_2+\theta_3) \qquad (9)$$

$$A_{23}=-\cos\theta_1 \qquad (10)$$

$$A_{24}=\sin\theta_1[a_3\cos(\theta_2+\theta_3)+a_2coc\theta_2] \qquad (11)$$

$$A_{31}=\sin(\theta_2+\theta_3) \qquad (12)$$

$$A_{32}=\cos(\theta_2+\theta_3) \qquad (13)$$

$$A_{33}=0 \qquad (14)$$

$$A_{34}=a_3\sin(\theta_2+\theta_3)+a_2\sin\theta_2+d_1 \qquad (15)$$

$$A_{41}=0 \qquad (16)$$

$$A_{42}=0 \qquad (17)$$

$$A_{43}=0 \qquad (18)$$

$$A_{44}=1 \qquad (19)$$

4- القسم الميكانيكي للروبوت:

تم في البداية اختيار شكل ونوع الأذرع (المحاور) حسب الحيز الفراغي المطلوب تخديمه وهو في هذه الحالة على شكل فراغ كروي وبعد ذلك تم تصميم جميع أجزاء الروبوت ورسمه وتجميعه باستخدام برنامج الـ SolidWorks ومن ثم تم تصنيع أجزاء الروبوت وتجميعه و تعييره. يبين الشكل (3) أجزاء الروبوت والشكل (4) الروبوت مصنع بشكل كامل.

الشكل(3) اجزاء الروبوت

1- الذراع الأول	(2,4,6) – محرك خطوي
3- الذراع الثاني	5- الذراع الثالث
7- قاعدة	

الشكل (4) الروبوت مجمع ومصنع بشكل كامل

في التصميم الميكانيكي لجأنا إلى تصميم نموذج مبسط ليسهل تنفيذه عملياً، هذا التصميم يمكننا من تحريك الذراع بحرية وبسهولة ولا يتطلب محركات بعزوم كبيرة إذ ان الهدف من هذا البحث هو تصنيع روبوت مخبري والتحكم به وليس تصنيع روبوت صناعي. تم وصل المحركات بشكل مباشر مع الأذرع بدون استخدام علب سرع كوكبية أو موجية التي تستخدم عادة في الروبوتات الصناعية.

5- القسم التحكمي للروبوت:

تتلخص المسالة الأساسية للتحكم بالروبوت بما يلي :

1- تحديد المسار Path planning

2 - توليد المسار Trajectory generation

3 - تصميم نظام التحكم Control design

تحديد المسار هو تحديد المنحني الذي يجب أن يتحرك عليهة الروبوت مع الاخذ بعين الاعتبار العوائق التي يمكن أن تصادفه. توليد المسار هو التقسيم الزمني للنقاط أي توليد نقاط متتابعة زمنياً. ويتم تصميم نظام التحكم بحيث يسير الروبوت على هذه النقاط.

يتألف نظام التحكم بالروبوت من جزئيين كما هو مبين في الشكل (5): يعتبر الجزء الأول برمجي ضمن الحاسب أما الجزء الثاني فيكون ضمن الروبوت وسنقوم بشرح كل جزء على حدة.

الشكل(5) نظام التحكم بالروبوت

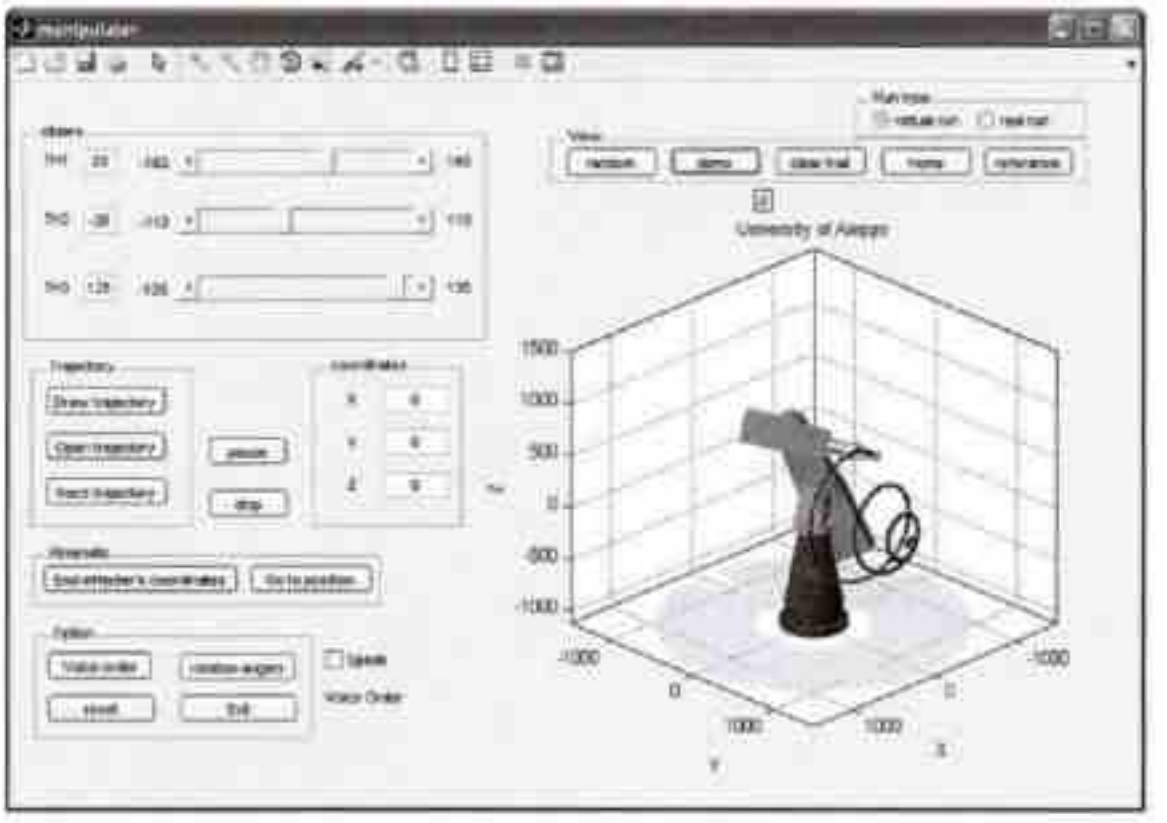
- ادخال مسار الروبوت:

يتم ادخال المسار بطريقتين إما باستخدام المسألة الحركية الأمامية بإدخال الاحداثيات المعممة في كل لحظة زمنية لكل ذراع للحصول على المسار المطلوب (حركة القابض) أو باستخدام المسألة الحركية العكسية بإعطاء المسار النهائي لحركة القابض إما بواسطة معادلات أو عن طريق رسم تخطيطي مرسوم بأحد برامج ال CAD بصيغة ال DXF.

- برنامج واجهة المستخدم : User Interface

تم تصميم برنامج واجهة المستخدم بشكل كامل باستخدام برنامج الـ MATLAB.

حيث يبين الشكل(6) الواجهة الرئيسية لبرنامج التحكم بذراع الروبوت.



الشكل (6) الواجهة الرئيسية لبرنامج التحكم

يحتوي البرنامج على أدوات عديدة ومختلفة لقيادة الروبوت بشكل فعال وسنوضح فيما يلي أهم هذه الخيارات:

أولاً: طريقة التشغيل (Run Type): يستخدم في أعلى الواجهة لاختيار طريقة التشغيل (تشغيل الروبوت او عملية محاكاة بدون تشغيل) .

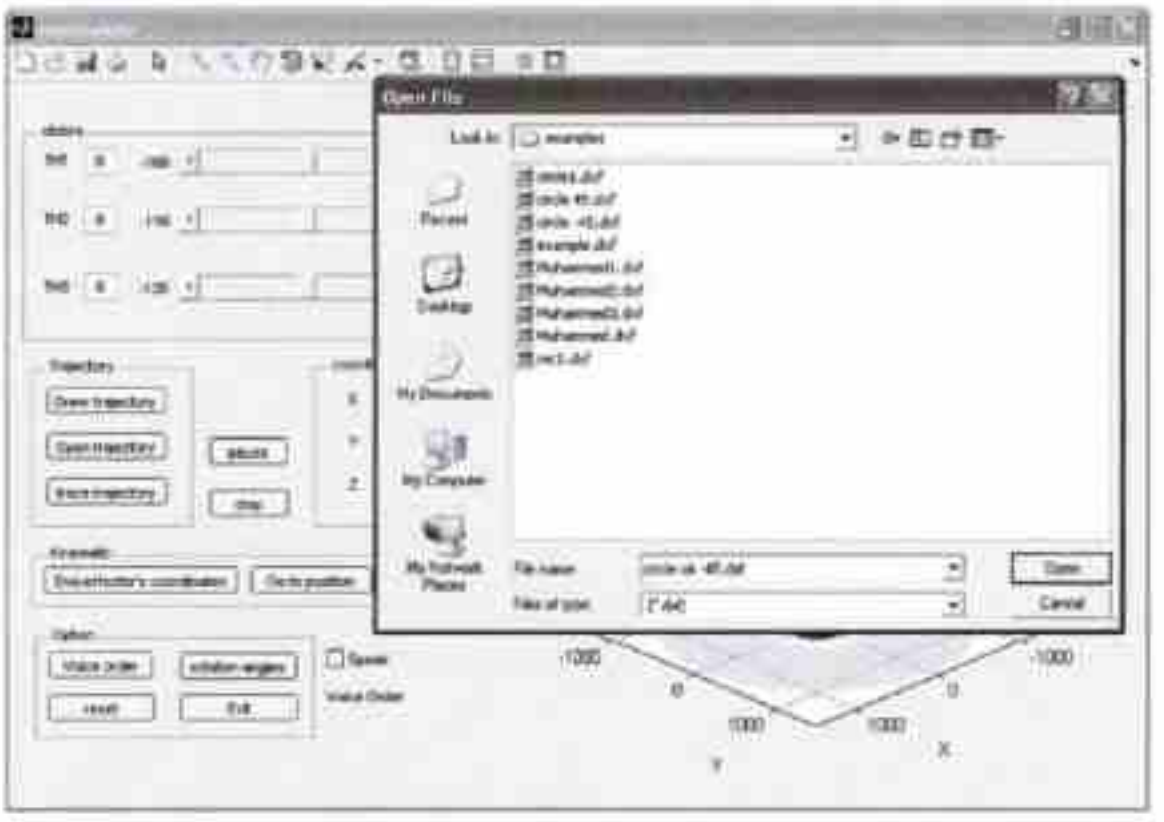
ثانياً: المسار العشوائي (Random): يستخدم لتحريك الذراع بمسار عشوائي.

ثالثاً: النقطة المرجعية (Reference): لإرجاع الذراع الى النقطة المرجعية. حيث يوجد ثلاث حساسات لتحديد نقطة المرجع للأذرع الثلاثة وهذه الحساسات من النوع التحريضي.

رابعاً: المزالق (Sliders): لتحريك كل ذراع على حدة وذلك عن طريق إدخال قيمة للزاوية ليتحرك الذراع حسب هذه القيمة أو عن طريق تحريك المنزلق ليتحرك معه الذراع .

خامساً: احداثيات القابض (End-effecter's coordinates): يمكننا الضغط على هذا الزر في أي لحظة لمعرفة إحداثيات القابض.

سادساً: استدعاء المسار (Trajectory Open): لاستدعاء المسار المحفوظ بصيغة DXF كما في الشكل(7).

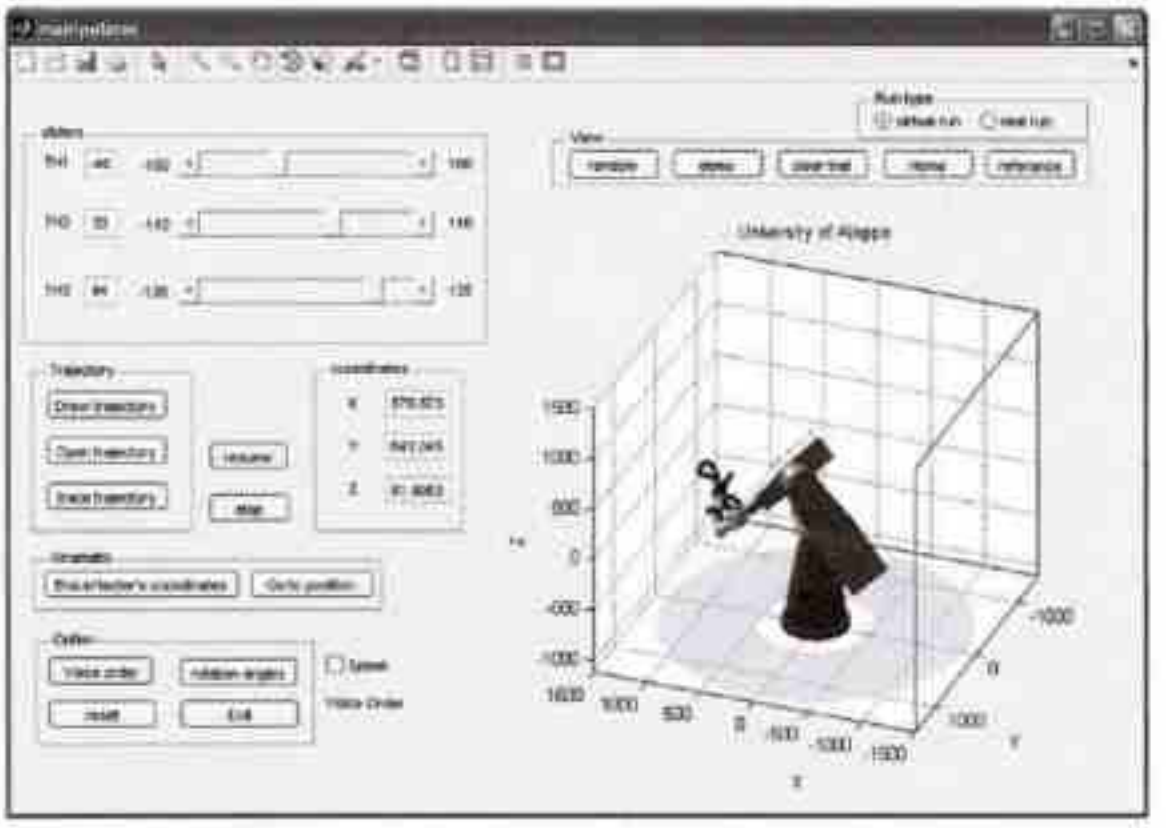


شكل (7) استدعاء المسار

سابعاً: رسم المسار (Draw Trajectory): لرسم المسار المختار.

تتم الحركة باستخدام الأوامر التالية:

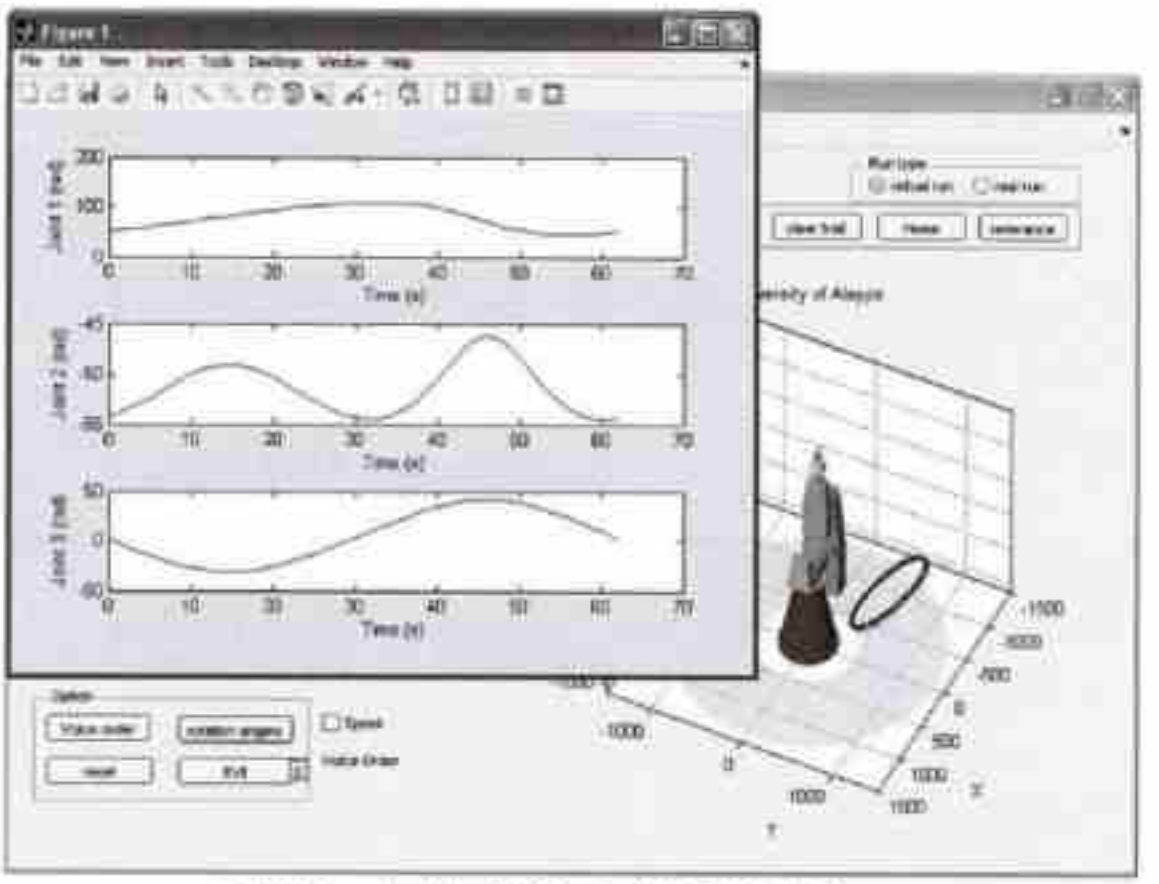
ثامناً: اتباع المسار (Trace Trajectory): للتحرك على المسار المختار كما في الشكل (8) .



الشكل (8) التحرك على المسار

تاسعاً: استدعاء المسألة العكسية (Go to position): يقوم باستدعاء تابع المسألة العكسية لينقل القابض من مكانه الحالي إلى المكان المحدد له في المربعات (X,Y,Z). عند تنفيذ كل أمر حركة يقوم بها الروبوت يتم الاتصال بالمنفذ التسلسلي في الحاسب باستخدام برنامج (Instrument ToolBox) ضمن بيئة الـ Matlab وذلك لتحميل معلومات الحركة الى المعالج الصغري (Microcontroller) حيث يتم اعطاء المعلومات على شكل رموز بصيغة الـ ASCII و يتم معالجتها ضمن المعالج وتحويلها الى نبضات يتم تطبيقها على دارات قيادة المحركات للتحرك على المسار المطلوب .

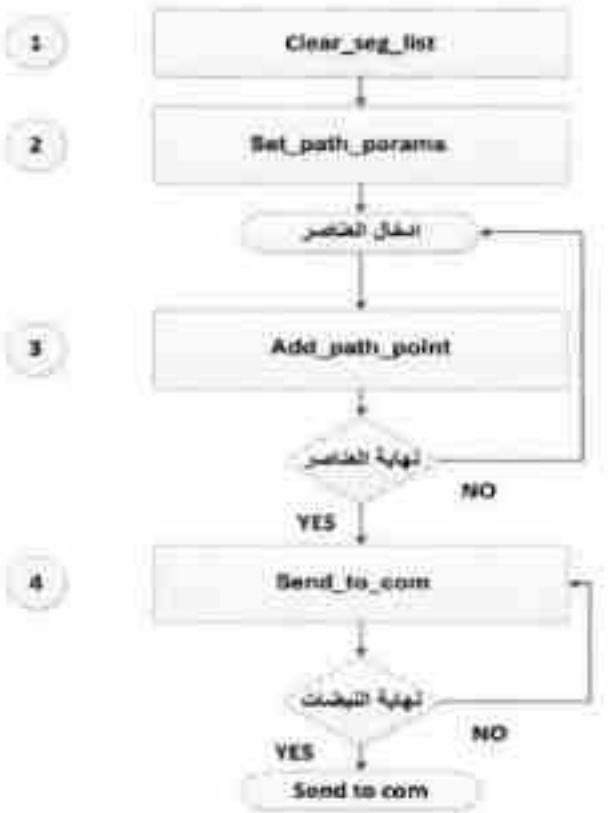
عاشراً: زوايا الدوران (Rotation Angles): عند الضغط على هذا الزر يتم حل المسألة الحركية العكسية في الماتلاب حيث نحصل على الإحداثيات المعممة والتي هي عبارة عن زوايا الدوران لكل مع الزمن وذلك بإعطاء أي مسار بغض النظر عن درجة تعقيده و تظهر المخططات البيانية للإحداثيات المعممة لكل ذراع على نافذة البرنامج كما في الشكل (9):



الشكل (9) المخططات البيانية للإحداثيات المعممة لكل ذراع

5-1- تحليل وتوليد المسار:

تم تطوير خوارزمية لتحليل وتوليد المسار بلغة البرمجة C++ بالاعتماد على طريقة الاستيفاء الزمني (Time Interpolation) وتم تصريفها على شكل مكتبة ربط ديناميكية DLL وذلك ليمكن استخدامها في أي برنامج لتحليل وتوليد المسار وفي أي لغة برمجية عالية المستوى كما في الشكل (10) حيث تم استخدام هذه المكتبة أيضاً في أنواع مختلفة من آلات التشغيل المبرمجة CNC.



شكل (10) خوارزمية توليد وتحليل المسار

تقوم هذه الخوارزمية بتنفيذ التوابع التالية:

1- تابع المسح (Clear_seg_list): يقوم هذا التابع بإزالة جميع الأجزاء المخزنة سابقاً وتحديد نقطة الصفر (البداية) أي النقطة التي يبدأ منها تنفيذ البرنامج.

2- تابع ضبط المتحولات (set_path_params): يمكن باستعمال هذا التابع تحديد المحور المراد قيادته X أو Y أو Z وتحديد التردد المناسب للتقسيم الزمني للعناصر بالقيم 30Hz أو 60Hz أو 120Hz وذلك حسب الدقة المطلوبة ويتم أيضاً تحديد عامل التكبير (Scale) وهو عدد النقاط في واحدة القياس وأيضاً تحديد سرعة التغذية.
ويتم استدعاء هذا التابع مرة واحدة في بداية البرنامج.

3 – تابع توليد المسار (Add_path_point): يتم توليد المسار باستعمال هذا التابع و ذلك باستدعاء عناصر المسار وتقسيمها زمنياً إلى نقاط المسار بتردد محدد 30,60,120Hz أي يتم تحويل عناصر المسار (مستقيمات، دوائر..) إلى قطع

مستقيمة صغيرة ويستمر هذا التابع بالعمل حتى يتم تحويل كل عناصر المسار إلى نقاط للمسار وذلك لكل محور من المحاور X,Y,Z

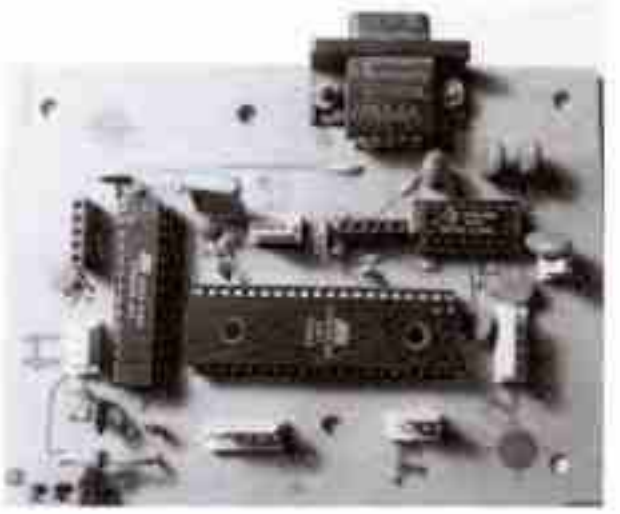
4- تابع التحويل إلى نبضات (Send_to_com): يتم تحويل جميع القطع المستقيمة إلى نبضات متناسبة مع طول القطع ويتم تحويل هذه النبضات إلى دارة التحكم عن طريق المنفذ التسلسلي للحاسب COM.

5-2- التحكم بالمحركات:

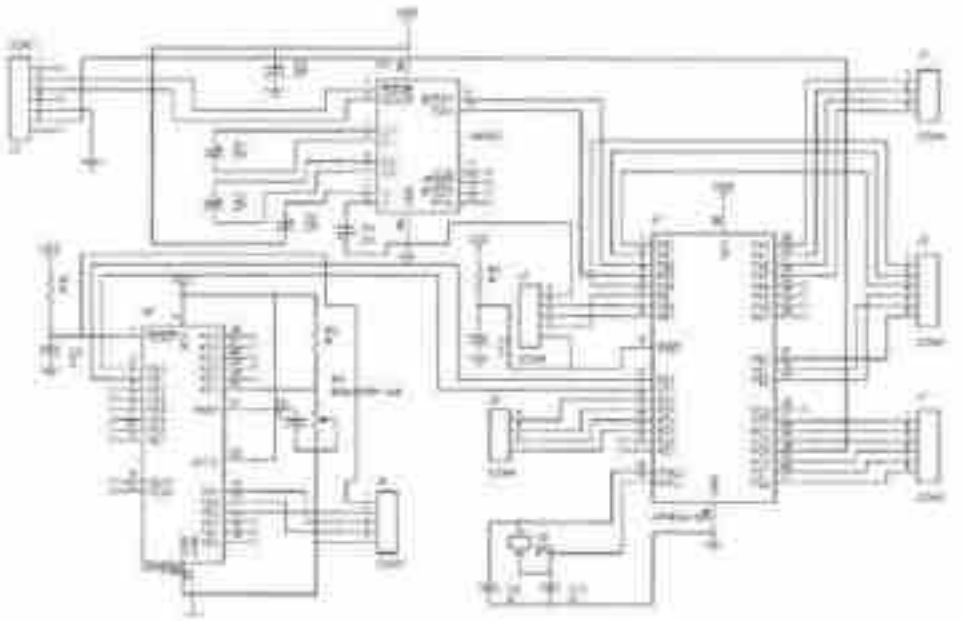
يتم إعطاء المعلومات إلى دارة التحكم على شكل خانات رقمية Bytes تحتوي على المعلومات التالية:

1- المسافة على كل محور ويعبر عنها بعدد النبضات اللازم إخراجها من دارة التحكم.
2- سرعة الحركة حيث يتم تغيير السرعة بتغير عدد النبضات في واحدة الزمن.
3- اتجاه الحركة ويعبر عنها بتغيير الإشارة .

تم التحكم بالمحركات باستخدام متحكم صغري (Microcontroller) من نوع (ATMEGA 162) وهو من إنتاج شركة (ATMEL) وتم برمجة هذا المتحكم باستخدام لغة البرمجة (WINAVR) وهي لغة برمجية مفتوحة المصدر تعتمد على اللغة البرمجية C. يبين الشكل (11) الدارة العملية والشكل (12) المخطط الكهربائي.



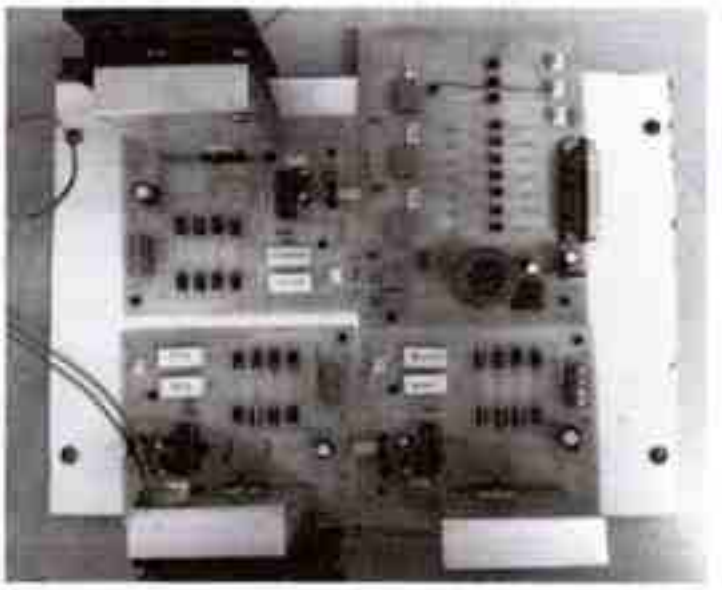
الشكل (11) الدارة العملية للتحكم بالمحركات



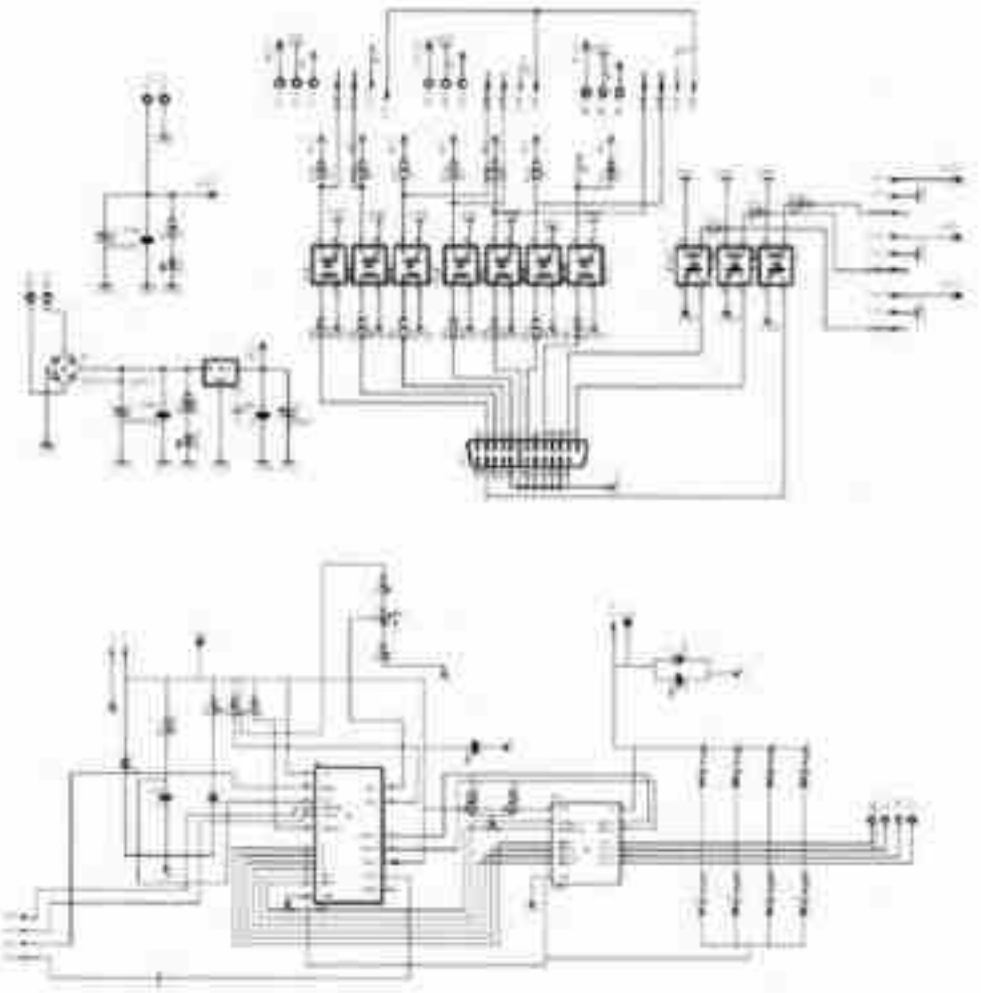
الشكل (12) المخطط الكهربائي لدارة التحكم بالمحركات

5-2-1- المحركات:

تم استخدام محركات خطوية يابانية الصنع لقيادة محاور الآلة حيث تم حساب عزمها من المسالة الديناميكية العكسية وبعد ذلك تم تصميم وتنفيذ دارات التحكم الخاصة بهذا المحرك ويبين الشكل (13) الدارة العملية والشكل (14) المخطط الكهربائي.



شكل (13) المخطط الكهربائي لدارة والدارة العملية للتحكم بالمحركات



شكل (14) المخطط الكهربائي لدارة التحكم بالمحركات

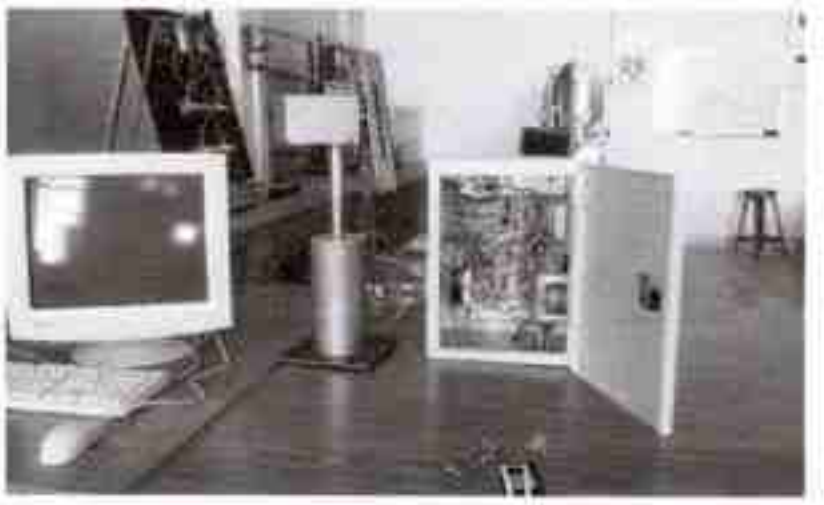
5-2-2- التغذية العكسية :

تم استخدام المحركات الخطوية في الروبوت ضمن دارة تحكمية مفتوحة وبالتالي لم تستعمل التغذية العكسية لمراقبة تحرك الروبوت على المسار .

تم استعمال حساسات نهاية شوط لمنع تحرك الروبوت خارج مجاله وأيضاً لتمكن الروبوت من التحرك الى النقطة المرجعية له في بداية العمل تم وصل الحساسات الى مداخل المعالج الصغري.

5-2-3- دارات العزل والملائمة :

استعملت مضخمات وعوازل ضوئية لمنع التشويش على دارات القيادة حيث يبين الشكل (15) الشكل العام للروبوت مع الدارات العملية .



الشكل (15) الروبوت مع القسم التحكمي

النتائج والتوصيات:

1- تم تطوير وتصنيع نظام تحكم بالروبوت متكامل يمكن أن يستخدم في تصنيع روبوتات تدريبية مخبرية وبكلفة منخفضة تغني عن استيراد مثل هذه الروبوتات.

2- بناء على هذا النظام يتم تطوير روبوتات مجهزة برؤوس قص لألواح معدنية كرأس قص باللهب Flame Cutting Head ورأس قص بالبلازما Plasma Cutting Head ورأس قص بالليزر Laser Cutting Head.

3- تم استخدام خوارزمية تحليل وتوليد المسار في تصميم وتنفيذ آلات تشغيل مبرمجة CNC حيث يمكن استعمالها في العملية التدريسية وفي الصناعة.

4- يجري حالياً استعمال أنظمة تحكمية ذكية تعتمد على الشبكات العصبونية Neural Networks والتحكم الغامض Fuzzy Control والتحكم المختلط Neuro-Fuzzy Control لتجهيز الروبوت بأنظمة قادرة على تمييز الأصوات و الأشكال.

References

[1] Jadran L.,2006- Advances in Robot Kinematics Mechanisms and Motion, Springer.

[2] Joaquim F.; Jean-Louis F.; Juan A. C.; Marina C., 2007- Informatics in Control, Automation and Robotics II, Springer.

[3] Torsten K.; Friedrich M. W., 2009 - Advances in Robotics esearch Theory, Implementation, Application, Springer.

[4] Rafael K.; Santibanez V.; Antonio L., 2005-Control of Robot Manipulators in Joint Space, Springer.
[5] Spong M.; Hutchinson S.; Vidyasagar M., 2006 - Robot Modeling and Control, JOHN WILEY & SONS, INC .
[6] Edwards L., 2005 - Open-Source Robotics and Process Control Cookbook, Elsevier Inc.
[7] Nilanjan S., 2007- Human-Robot Interaction, I-Tech Education and Publishing.
[8] Gaurav S. S., 2009- The Path to Autonomous Robots , Springer.
[9] Marco C., 2008- Robot Manipulators, In-the.
[10] Villani L.; Oriolo G.; Siciliano B.; Sciavicco L., 2009 – Robotics Modelling, Planning and Control, Springer.
[11] Etienne D.; Wisama K., 2007- Modeling, Performance Analysis and Control of Robot Manipulators, ISTE Ltd.

Design and Manufacture of Three Dimensional Robot for CNC Processes

In this research, We design and manufacture a three degrees of freedom training robot that can be used in teaching and can be nationally manufactured with a low cost that can help in developing and manufacturing nationally these robots instead of importing them from aboard. The design and manufacturing processes are carried out according to the following steps:

1- Mechanical part design using SOLIDWORK software and next manufacturing of all its parts.

2- Design and implementation the machine control system as follows:

- Design and implementation of all user interface of the robot control using MATLAB-GUI (Graphic User Interface) and the necessary algorithms to input compile and simulate the robot trajectories.

-Design and implementation of all necessary algorithms to analyze and generate robot trajectories using C++ programming language, and then to transfer them to a dynamic connection library for a possible use of other programming languages.

-Design and implementation of necessary control system to command motors according to leader values (speed, distance, direction) that are resulting of programming algorithms.

3- Robot experimentation for validation of mechanical design quality and control system precision.

3 - the experience of the robot to make sure the quality of the mechanical design and the accuracy of control systems.

Keywords : Robot : Robot Kinematics ,Control System , Robot Path