تصميم الأذرع الآلية واستخدامها في عمليات الإنتاج

بالتطبيق في الشركة العامة للسمنت الشمالية*

د.صباح أنور يعقوب

مدرس، كلية الحدباء الجامعة

ثائر فائز أحمد السلطان

مدرس مساعد، كلية الحدباء الجامعة

الملخص

في هذا البحث تم تصميم الأذرع الآلية ودراستها والسيطرة عليها عن طريق الحاسوب باستخدام برنامج بلغة C++ وقد تم الربط بين الحاسوب والأذرع الآلية عن طريق المنفذ المتوازي (Parallel Port).

إذ كانت الفكرة منه إنجاز ذراع آلي (Robot Arm) يقوم بنقل حاويات السمنت بين خط إنتاجي وآخر ضمن معامل السمنت التابعة للشركة العامة للإسمنت الشمالية.

استخدم في هذا البحث نموذجان، النموذج الأول من الفولاذ والنموذج الثاني كان من سبيكة الألمنيوم وتوصل البحث إلى أن النموذج الأول كان بطيئاً نسبياً ولكن له القدرة على رفع الأحمال عالية الأوزان، والنموذج الثاني كان سريعاً جداً ولكن فقط للأوزان الخفيفة.

وكذلك تبين ان النموذجين لهما القدرة على الحركة وفي كل الاتجاهات وبحرية كبيرة، الأمر الذي أدى إلى السرعة والدقة في تنفيذ العمليات في الشركة المبحوثة.

الكلمات الدالة:

الذراع الآلي، الشركة العامة للسمنت الشمالية، منفذ الطابعة المتوازي، سبيكة الالمنيوم.

(*) تم استلام البحث في ٢٠١١/٨/٨ وحصل على قبول النشر في ٢٠١١/١٠/١٠.

Robot Arms Design and Implementation in the Production Operations

A case study in the General North Cement Company

Dr. Sahab Anwar Yaqub
Lect., Al-Hadba' University College
Thair Fa'iz Al-Sultan
Asst. Lect., Al-Hadba' University College

Abstract

The current paper aims to design and study the robot and its controls using a computer and a C++ program. The interface we used between the computer and our designed robot was the parallel port.

The idea was to produce a robotic arm that can be controlled to move objects (Cement Container) between production lines within cement factory in the north cement company.

Two models were designed and tested in the study. The first was built of steel and was capable of lifting relatively higher weights but it was rather slower than the second model that was built of aluminum alloy.

Finally both models were capable of free movement in all directions.

Keyword:
Robot arms, the north cement common company, Parallel port and aluminum alloy.

المقدمة:

يعد استخدام التقنيات الحديثة في مجال تنفيذ عمليات الإنتاج في الشركات من الأمور المهمة والحيوية والتي تنطوي على ضرورة ملحة في بيئتنا المحلية في العراق، فقد ظلت الشركات على مختلف أنواعها سواء كانت صناعية أم خدمية، تنأى بنفسها عن استخدام تلك التقنيات في عمليات الإنتاج على الرغم من معرفتها المسبقة بدور تلك التقنيات في تحسين أداء تلك العمليات في جوانب عديدة أهمها السرعة والدقة وتخفيض الجهد والكلفة إلى أدنى حد ممكن، الأمر الذي سوف يدفع هذه الشركات نحو تقديم منتجات ذات جودة عالية وبأسعار مناسبة ومصنعة على وفق أفضل وأحدث التقنيات وتتطابق مع حاجات ورغبات الزبائن. لذا اقتضى الأمر ضرورة اهتمام هذه الشركات باستخدام تلك التقنيات ومن أهمها وأفضلها وأكثرها استخداماً في عمليات الإنتاج ما يطلق عليه بالأذرع الآلية التي تساعد على تنفيذ هذه العمليات بالسرعة والدقة والمرونة المطلوبة وتحسينها.

إذ تضمن البحث عملية تصميم الذراع الآلي من خلال مجموعة من الاشكال والتصاميم وكيفية تحريك هذا الذراع من حيث الاتجاهات والارتفاع والانخفاض وقدراته من ناحية الاحمال التي يستطيع حملها، هذه العملية ساعدت على تنفيذ الاعمال بطريقة سليمة ومدروسة.

بناءً على ما تقدم فقد تم تقسيم البحث إلى أربعة مباحث: تضمن الأول منها التعرف على منهجية البحث من خلال طرح مشكلته وأهميته وأهدافه وفرضياته، وتطرق المبحث الثاني إلى الجوانب النظرية من خلال التعرف على مفهوم الأذرع الآلية وأنواعها من جهة وسرد مفهوم العمليات الإنتاجية وأهميتها من جهة ثانية، وتناول المبحث الثالث الإطار العملي للبحث، في حين تضمن المبحث الرابع الاستنتاجات والتوصيات الخاصة بالبحث.

المبحث الأول

منهجية البحث

يتضمن هذا المبحث المحاور الآتية:

أولاً: مشكلة البحث

تستخدم أغلب شركاتنا طرقاً واساليب تقليدية ومعدات ومكائن قديمة في عمليات الانتاج لديها ولا تحاول هذه الشركات اعتماد أساليب وتقنيات حديثة ومتطورة تساعدها في تنفيذ هذه العمليات بالسرعة والدقة المطلوبة وبأقل جهد ممكن، والشركة العامة للسمنت الشمالية إحدى هذه الشركات التي لازالت تستخدم معدات تعتمد على الجهد البشري وتشغل من قبله في عمليات الإنتاج فيها، لذا يقتضي الامر استخدام الاذرع الآلية في عمليات النقل والمناولة والتخزين داخل عمليات الإنتاج في الشركة، فضلاً عن استخدامها في العمليات التي تنطوي على جانب من الخطورة بالنسبة للعاملين في الشركة والعمليات التي تتطلب دقة وتركيز عاليين من قبلهم.

ثانياً: أهمية البحث

تتركز أهمية البحث في اثراء المكتبة العلمية ببحث يوضح اهمية الاذرع الآلية واستخداماتها وقدراتها في تنفيذ عمليات الإنتاج، إذ يمكن لهذه الاذرع أن تؤدي إلى تحسين عمليات الإنتاج وتجنب جوانب الخطورة التي تنطوي على تأديتها، ومهمة هذه الاذرع لا يقتصر فقط على الشركات الصناعية وإنما تتعدى ذلك إلى الشركات التي تقدم خدمات كالفنادق والمطاعم والمستشفيات ومدن الالعاب وغيرها، وإن استخدامها في شركاتنا ومصانعنا اليوم بات من الضروريات التي تؤدي إلى تحسين وتطوير القطاعين الصناعي والخدمي بما ينعكس ايجاباً على اقتصاد بلدنا.

ثالثاً: أهداف البحث

يتعلق هذا البحث بجملة من الأهداف يمكن إجمالها بالآتي:

١- التعرف على مفهوم وأنواع الأذرع الآلية وأسلوب عملها.

٢- التعرف على مفهوم العمليات الإنتاجية وأهميتها وأساليب تحسينها.

٣- التطرق إلى كيفية تصميم الأذرع الآلية.

٤- استخدام الأذرع الآلية في عمليات الإنتاج في الشركة المبحوثة.

رابعاً: فرضية البحث

إن البناء المتكامل للبحث لا يمكن أن يتم إلا من خلال التطرق إلى بناء فرضيات دقيقة ومحكمة يستند إليها البحث، لذا فإن هذا البحث بني على فرضية أن يؤدي استخدام الاذرع الآلية في الشركات إلى تنفيذ عملياتها بالسرعة والدقة المطلوبة وبأقل جهد ممكن.

المبحث الثاني

الإطار النظري للبحث

يتضمن البناء النظري للبحث المحاور الآتية:

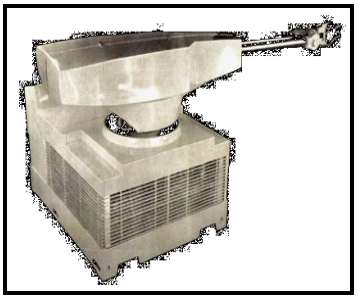
أولاً: مفهوم الذراع الآلي

يعد الذراع الآلي الذي يطلق عليه الروبوت (Robot Arm) آلة يتم التحكم بها بواسطة الحاسوب وهي قابلة للبرمجة لتتحرك، وتتعامل مع الأغراض المادية وتنجز عملاً معيناً يوكل إليها أداؤه من خلال تفاعلها مع البيئة المحيطة. كما أنها آلة قادرة على القيام بالأعمال الرتيبة والمهام المتكررة بشكل أسرع، أقل كلفة، وأكثر دقة من الإنسان.

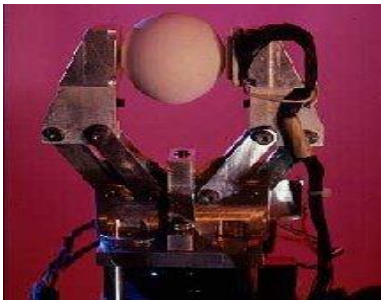
وتوجد الكثير من التعريفات عن الإنسان الآلي -الروبوت- ولكن الإتفاق أن كلمة الروبوت تطلق على الآلات التي تملك أذرعاً ميكانيكية متحركة أو التي تملك استشعاراً وتأثيراً بالبيئة المحيطة وكذلك التي تظهر سلوكاً ذكياً وخصوصاً عندما يكون يشبه ويحاكي سلوك الإنسان أو الحيوان. والروبوتات تتحرك وتعمل بواسطة البرنامج المستعمل فيها من دون تدخل إنسان. الكثير من القصص تحكي عن محاولات الأنسان لصنع روبوت ولكن أول روبوت مستقل وكامل لم يظهر إلا في القرن العشرين وهو روبوت Unimate وهو من النوع الصناعي في نيوجيرسي بأميركا عام ١٩٦١ لشركة جنرال موتوروس General Motors وصنعه جورج ديفول وذلك لنقل المعدن المذاب من خط الإنتاج لخطورة فعل ذلك والشكل (١) يوضح ذلك. (Isimov's Laws, 1993, 57)

وكلمة (Robot) مشتقة من الكلمة التشيكية (Robota) والتي تعني (العمل الإجباري أو الإلزامي)، وأول من استخدم هذه الكلمة لهذا الغرض كان الروائي والمسرحي التشيكي Karel Capek في إحدى مسرحياته عام ١٩٢١. ومنذ ذلك الحين تستخدم هذه الكلمة للدلالة على الآلة التي تساعد الإنسان على القيام بأعمال يراها صعبة أو مملة أو خطرة.

وقد كان تطور الذراع الصناعية المتمفصلة، أو متعددة الوصلات والروابط Multijointed Artificial Arm واسمها العلمي Manipulator هو القفزة النوعية باتجاه الروبوت الحديث. وأول من برمج ذراعاً آلية وطورها للقيام بمهمة محددة كان المخترع الأميركي George Devol عام ١٩٥٤. وفي عام ١٩٧٥ وأثناء قيامه بدراسات خاصة بمشروع تخرجه من جامعة Stanford الأميركية في كاليفورنيا، قام مهندس الميكانيك الأميركي Scheinman Victor بتصميم وصنع Manipulator مرن ومتعدد الأغراض عرف بـ Universal Manipulation Arm Programmable أو PUMA، وقد كانت هذه الذراع قادرة على تحريك و نقل غرض معين وفي أية جهة كانت إلى المكان المطلوب الواقع ضمن مدى استطاعتها. والمبدأ الأساس لعمل هذه الذراع هو القالب الأساس لعمل غالبية الروبوتات المعاصرة في يومنا هذا، والشكل (٢) يوضح قدرات التحكم في الأذرع الروبوتية (Parallel Port, 2008, 1).



شكل (١)
الروبوت [1] Unimate



شكل (٢)
قدرات التحكم وتطورها في الأذرع

ثانياً: آلية عمل الروبوت

لقد استوحي تصميم الـ Manipulator **(ونذكّر بأنه الجزء من الروبوت المقابل لليد البشرية) من اليد البشرية ذاتها ولكن مع بعض الاختلافات بالتأكيد. فعلى سبيل المثال، تمتد الـ** Manipulator **وتتقلص على وفق عملية يمكن تسميتها بالتداخل الطبقي، ونوضح بأنها تتضمن عملية انزلاق لقطع اسطوانية مرتبطة مع بعضها واحدة بعد الأخرى حتى تنفذ الـ** Manipulator **الاستطالة المطلوبة، كما يمكن تصميمها بشكل يشابه (بيولوجياً) لمبدأ انحناء خرطوم الفيل والتوائه (والمؤلف من ١٥٠ ألف عضلة). أما اللواقط** Grippers **فقد صممت بشكل مطابق تماماً (من حيث البناء والوظيفة) لليد البشرية. ومن ناحية أخرى نرى العديد من الروبوتات قد جهزت بلواقط متعددة الأغراض وذلك لالتقاط أجزاء أكثر تخصصاً وإمساكها ضمن الجهاز الواحد كما هو الحال في روبوتات اللحام إذ تختلف اللاقطة عن الأخرى حسب وظيفتها مكونة مجتمعة قوس اللحام.**

ونأتي إلى الروابط (Joints**) أو ما يمكن تسميته مفاصل الذراع الروبوتية، فتتم عملية التحكم بها بواسطة محركات كهربائية، وفي الغالبية العظمى من الروبوتات المصنعة حالياً فإن الأذرع الروبوتية لها القدرة على تغيير وضعيتها وجهتها بكفاءة عالية. وتتم تلك الانتقالات بواسطة جهاز الحاسوب (ضمن وحدة التحكم الخاصة بالروبوت) إذ يقوم هذا الحاسوب بحساب الزوايا اللازمة لوضعية الذراع حتى تتمكن من الوصول إلى الجهة المطلوبة وذلك ضمن آلية (حاسوبية–ميكانيكية) تعرف بالحركيات المعاكسة أو (**Inverse Kinematics**). فنرى في الأذرع متعددة المفاصل أو** Multijointed Manipulators **أن هذه المفاصل قد جهّزكل منها بـ** Servo **أو آلية تصحيح ومراجعة ذاتية** Feedback**، وهي دارات مغلقة تمثل صلة الوصل بين الحاسوب والأجزاء الميكانيكية من الذراع، إذ تقوم بتحويل الإشارة الواردة من الحاسوب إلى وظيفة ميكانيكية ترسلها إلى الأجزاء المختصة بهذه الحركة في الذراع.**

وبالتالي، فكل مفصل في الذراع مجهّز بمقياس للزوايا يقوم بقياس زاوية المفصل وإرسالها إلى الـservo، فإذا كانت قيمة الزاوية الفعلية غير مساوية لتلك الواردة من الحاسوب والمحسوبة للوصول إلى الجهة المحددة فيقوم الـservo بعملية feedback على المفصل حتى تتحرك الذراع بزاوية مساوية للزاوية المطلوبة والمحسوبة من الحاسوب. كما نرى أن هذه الآلية التكافئية في عملها بين الـ servo الحواسيب المرتبطة بها موجودة أيضاً في عمليات معالجة المعلومات المستقبلة من المعلومات الحسية المتلقاة من الكاميرات التي تحدد مكان القطعة المطلوب التقاطها إذ تتم الترجمة للمعلومات بحيث تتحرك الذراع للوصل إلى القطعة، التي تقوم بدورها بملامسة حساسات sensors موجودة في نهايات اللواقط، والتي تقوم بدورها بتنظيم عملية الالتقاط. وهذه العملية نراها في الروبوتات المصممة للعمل في بيئة واحدة غير متغيرة (مثل معمل لصناعة السيارات) فيكون الروبوت مجهزاً للقيام بوظيفة واحدة ضمن آلية متكررة ورتيبة في ظروف محيطة واحدة. أما في حالة تصميم روبوتات للعمل في بيئات متغيرة فسيتطلب ذلك تجهيزها بحساسات sensors وآليات تحكم واستقبال مختلفة مثل الحساسات الفوق الصوتية ultrasonic أو حساسات الأشعة تحت الحمراء Infrared sensors لاجتياز العقبات (وكما نعلم، فإن أحد أهم مراحل الذكاء الاصطناعي المطبقة على أبحاث الروبوتات المطلوب أداؤها وظائف في بيئات غير متوقعة الظروف والخصائص هي توصيف هذه الظروف والخصائص بصفات صوتية أوحرارية حتى يتعامل معها الروبوت بالطريقة المناسبة)، وهذا ما نراه في وكالة NASA الغنية عن التعريف (Anderson, 1996, 3)

ثالثاً: الروبوت والكائن البشري

إن النقاط الأساسية للذراع الآلية تشابه الذراع البشرية تماماً والعضلات التي بانقباضها وتمددها تسيطر على الحركات البشريةوالتي هي مثل المحركات الميكانيكية التي تقود المفاصل وتسيطر على الحركة ومن المقارنة بين الروبوت والبنية البشرية (Graig, 2005, 16)، والموضح في الجدول (١).

جدول (١)

المقارنة بين البنية البشرية والروبوت

	البنية البشرية	الروبوت
١	الهيكل العظمي	المدبر (القسم الميكانيكي) Manipulator
٢	العضلات	المحركات (drive) Actuators
٣	اليد	الكماشة Gripper
٤	الدماغ	الكمبيوتر (قسم السيطرة) Computer
٥	الجهاز الهضمي	مجهز الطاقة Power supply
٦	الأعصاب	شبكه الموصلات والمعلومات Communication Network and Information
٧	العين	حاسة الرؤية (كاميرا) (Sensors)

رابعاً: مزايا ومساوئ الروبوتات

يبدو للوهلة الأولى أن الروبوتات تقدم المزايا الآتية: (Anderson, 1996, 13), (www.arab-eng.org, 2011, 3)

١. **إنتاج أكثر.**
٢. **استعمال التجهيزات بشكل فعال.**
٣. **تكاليف عمل منخفضة.**
٤. **نوعية ومكننة أفضل للأجزاء.**
٥. **مرونة محسنة.**
٦. **إنجاز أقصر للعمل.**
٧. **مرونة وسهولة في البرمجة.**
٨. **القدرة على العمل في الظروف الخطرة.**
٩. **نوعية محسنة لأماكن العمل.**
١٠. **نوعية محسنة لأماكن الإنتاج.**
١١. **عائدات استثمار جيدة.**
١٢. **امتلاك الحرية في الحركة في الأبعاد الثلاثة للفراغ.**
١٣. **مزود بملاقط وأدوات قطع.**

إلا إنها لابد من أن تعاني من عدد من السلبيات على كل الأحوال، فإحدى أكثر الصعوبات هو أن الروبوت لا يزال غير قادر بعد على مسك جزء معين عشوائي من صندوق بدون استعمال نظام رؤية خاص. إن أول التطبيقات الناجحة للروبوت كانت في مجال صناعة السيارات الأميركية، ففي شركة فورد الأميركية وحصراً في عام ١٩٤٠ تم ولادة كلمة جديدة سميت بالأتمتة، وبعد مضي الكثير من الوقت والجهد أصبح الروبوت ينفذ الكثير من الأعمال في هذا المجال كاللحام النقطي وتحميل الآلات والكثير من التطبيقات الأخرى. وفي عام ١٩٩٥ أدخل حوالي ٢٥٠٠٠ روبوت في خدمة صناعة السيارات في أميركا وحدها، وبالنسبة لبقية العالم فلم يكن الرقم أصغر من هذا، فقد تم استعمال مليون روبوت للخدمة في المجالات الصناعية المختلفة.

خامساً: حركات الروبوت الأساسية

مهما كان الترتيب الذي يبنى على أساسه الروبوت، فإن الغاية من الروبوت هو إنجاز مهمة ما. ولإنجاز المهمة يربط مؤثر أو يد إلى نهاية ذراع الروبوت هذا، والمؤثر النهائي يوجه الروبوت لإنجاز مهمة معينة. ولإنجاز المهمة يجب أن تكون ذراع الروبوت مهيأة لتحريك المؤثر النهائي عبر تتابع حركي أو مكاني.

هنالك حركات أساسية أو درجات حرية تعطي الروبوت الإمكانية لتحريك المؤثر النهائي عبر تتابع الحركات المراد إنجازها بهذه القدرة على التحرك (Asada, 2005, 65). وتتألف الحركات الأساسية من:

١. **الحركة العمودية:** أي حركة الذراع Up and Down الناتجة عن الدوران الداخلي حول المحور الأفقي أو الحركة على القضيب العمودي.
٢. **الحركة الإشعاعية.**
٣. **الحركة الدورانية:** الدوران حول المحور العمودي.

تماثل مجموعة الحركة للروبوت تلك لأدوات التحكم العددي وهي Point To Point. أو ذات المسار المنحني والذي يسمى المسار المستمر. ففي PTP تحكم حركة الروبوت من نقطة ممدة في الفراغ إلى نقطة ثانية. تجدول في ذاكرة الروبوت الالكترونية

وتعاد تشفيرها أثناء دورة العمل. لا تعطى أية أهمية للمسار الذي يسير وفقه الروبوت من نقطة إلى ثانية. إن روبوت PTP قادر على إنجاز عدة مهام من الخطوات الإنتاجية مثال اللحام النقطي. فضلاً عن أن الترتيب الفيزيائي للروبوت و قدراته الحركية الأساسية فإنه يوجد تقانة للروبوت تحدد كفاءته عند إنجاز المهام وهي: (Asada, 2005, 69)

١. حيز العمل.
٢. دقة العمل.
٣. سرعة الحركة.
٤. نوعية جملة القيادة. إذ إن أكبر قيمة للسرعة والتي يمكن للروبوت أن يحرك نهاية الرسغ بها تكون ١,٥ ملي ثانية. فمعظم الروبوتات تحوي آلية التنظيم والتي مهمتها تحديد السرعة بالقيمة المرغوبة على وفق المهمة المنجزة فالسرعة تحدد في كل مهمة بناءً على عدة أمور مثل وزن الجسم المراد تحريكه والمسافة التي يجب أن يوضع بها الجسم خلال دورة العمل. فالأجسام الثقيلة لا يمكن تحريكها بالسرعة التي يتم فيها تحريك الأجسام الصغيرة لذلك يجب أن تحرك الأجسام ببطء أكثر عندما يحتاج الأمر دقة مكانية.

سادساً: مهام الروبوت في الصناعة (Using Robots In Manufacturing)

المهام التي تقوم بها الروبوتات في الصناعة كثيرة وتنبع أهمية إستخدامه في بعض المهام نسبة للخطورة التي تمثلها للإنسان وكذلك يستخدم البعض الآخر للدقة والسرعة لإنجاز العمل (Hakhdir, 2009, 77). تظهر الحاجة إلى الروبوت بشدة في الروبوت ذي الذراع الذي يقوم بالتعامل مع المعدن المذاب حفاظاً علي سلامة الإنسان وفي أعمال اللحام والنقل والموضحة في الشكل (٣).

وتعرف منظومة الذراع الآلي في هذا البحث على أنها تتألف في الأساس من الأجزاء الميكانيكية والكهربائية والالكترونية والحاسوب الآلي وتم تسميته HADBA'-ARM، ويأتي الهدف من هذا البحث هو تصنيع روبوت يحاكي اليد الآلية لاستخدامه في معامل الإسمنت التابعة للشركة العامة للإسمنت الشمالية في محافظة نينوى.

شكل (٣)

الروبوتات المستخدمة في أعمال اللحام والنقل

سابعاً: مفهوم وأهمية عمليات الانتاج

يتضمن مفهوم العمليات جميع الأعمال التي ينطوي عليها بذل الجهد والوقت والكلفة، والتي تتعلق بمفاهيم كالنجاح والفشل والكفاءة والفاعلية والإنتاجية وما هو مخطط وفعلي كماً ونوعاً والتي تؤديها المكائن أو المعدات أو الجهد البشري.

إذ يشير (Boeker & Goodstein, 1991, 66) **أن تنفيذ عمليات الشركة يتأثر بنوعية الإدارة فالإدارة الفاعلة تمتلك القدرة على استثمار رأس مالها البشري بالشكل الذي يعزز من تنفيذ العمليات وتكون أكثر استعداداً لإدخال الابتكارات وتبنيها من خلال وضع استراتيجيات متطورة وتقديم منتجات جديدة والدخول إلى أسواق جديدة.**

ويبين (Johnson & Schals, 1997, 266) **أن تنفيذ العمليات داخل الشركة يعد النتيجة المتحققة لأنشطة الشركة من خلال التوافق بين بيئة الأعمال والموارد الخاصة بالشركة.**

كما يوضح (Slack et al., 2005, 316) أن تنفيذ عمليات الشركة بالشكل المطلوب يعد أداة مهمة لجعل الشركات تنافسية في السوق وذلك من خلال التحسين المستمر لتلك العمليات، وتعد إعادة هندسة العمليات من أفضل المداخل لإجراء هذه التحسينات (الإبداع الجذري).

ويذكر (Davis et al., 2003, 197) أن قياس نجاح أية شركة يتم من خلال تنفيذ أنشطتها بالشكل الصحيح والمطلوب بما يحقق أهدافها وقدرتها على التحسين والتفوق.

ثامناً: أهداف عمليات الانتاج

تعد العمليات الأساس الذي ترتكز إليه الشركة في وضع استراتيجيتها التنافسية والتي تبنى على أساس حاجات ورغبات الزبائن وقدرات المنافسين وأنشطتهم، ويمكن تحديد أهداف العمليات من خلال الآتي: (Slack et al., 2005, 355) و (Davis et al., 2003, 215) و(Krajewiski & Ritzman, 2005, 66) و(علي، ٢٠٠٥، ١١٣)

١- تقديم منتجات تتطابق مع حاجات ورغبات الزبائن وتتجاوزها.
٢- تخفيض تكاليف العمليات الإنتاجية المباشرة إلى أدنى حد ممكن.
٣- تقليل الوقت والجهد من خلال إيجاد أفضل السبل لإنجاز تلك العمليات.
٤- القضاء على التالف والمعيب والضياع في العمليات الإنتاجية.
٥- المحافظة على المستوى المطلوب من قبل الزبائن في جودة العملية والمنتج.
٦- إدخال التحسينات والتحديث على العمليات باعتماد تصاميم جديدة ومبتكرة.
٧- الاعتماد على تقانة متطورة وحديثة في تنفيذ العمليات.
٨- استخدام أفضل الأساليب العلمية كماً ونوعاً في تنفيذ عمليات الشركة.
٩- اعتماد أفضل الأساليب والإجراءات في التخطيط والجدولة والتنفيذ والرقابة على عمليات الانتاج.

المبحث الثالث

الإطار العملي للبحث

ينطوي هذا المبحث على الجانب العملي للبحث من خلال المحاور الآتية:

أولاً: وصف مجتمع البحث

تعد الشركة العامة للإسمنت الشمالية إحدى شركات وزارة الصناعة والمعادن، ومقرها مدينة الموصل، تأسست الشركة في ١٩٦٥/٤/٢٠ بعد دمج شركة سمنت الشمالية الرافدين (تأسست سنة ١٩٥٣) ومصلحة سمنت حمام العليل (تأسست سنة ١٩٥٦)، والشركة العامة للإسمنت الشمالية من الشركات العريقة التي احتلت مكانة مرموقة بين الشركات المصدرة للإسمنت في الشرق الأوسط إذ صدرت أكثر من (٣٠٠,٠٠٠) ثلاثمائة ألف طن سنوياً خلال عقد الثمانينات من القرن الماضي، إلى كل من تركيا ودول الخليج وسنغافورة واليمن، وهي تقوم بإدارة ستة معامل لإنتاج الإسمنت في ثلاث مواقع وكما يأتي:

الموقع الأول: مجمع معامل سمنت بادوش ويضم ثلاث معامل ضمن ثلاثة أجيال:

- جيل الخمسينات (١٩٥٥-١٩٥٦) يعمل بالطريقة الرطبة بين الفرنين وبطاقة (٦٠٠ طن/ اليوم) مع معمل لإنتاج الأكياس الورقية.
- جيل السبعينات (١٩٧٧-١٩٧٨) يعمل بالطريقة الجافة ذات التسخين المسبق بفرنين وبطاقة (٣٠٠٠ طن/ اليوم).
- جيل الثمانينات (١٩٨٣) وهو التوسيع الثاني لمعمل بادوش ويعمل بالطريقة الجافة ذات التسخين بفرن واحد طاقته (٣٢٠٠طن /اليوم).

الموقع الثاني: موقع حمام العليل ويحتوي على معملين:

- معمل سمنت حمام العليل القديم (١٩٦٣-١٩٧٣) يعمل بالطريقة الرطبة بفرنين وبطاقة (٧٥٠ طن/ اليوم) مخصص لإنتاج سمنت فائق النعومة المقاوم للأملاح.

- معمل سمنت حمام العليل الجديد (١٩٧٩) يعمل بالطريقة الرطبة بفرن واحد طاقته (١٥٠٠ طن/ اليوم)، مخصص لإنتاج الإسمنت العادي.

الموقع الثالث: معمل سمنت سنجار ويضم فرنين يعملان بالطريقة الجافة ذات التسخين وبطاقة (٦٤٠٠ طن/ اليوم).

ثانياً: تصميم الأذرع الآلية

أجزاء الذراع الآلي الميكانيكية تتكون من قاعدة التثبيت وهي صفيحة حديدية مربعة الشكل، يوجد بها ثقوب للتثبيت بالأرض، ومثبت عليها المحرك بالإضافة إلى البرج الداعم والمتكون من ثلاثة أعمدة، وعمود الدوران، والتروس المصنوعة من الفولاذ والتي تثبت مع المحركات لتقوم بتحريك العامود والكتف والساعد.

وتم استخدام واجهة المحاكاة (INTERFACE BOARD) التي تقوم بترجمة أوامر الحاسوب الصادرة من لغة البرمجة وتوجيهها، وتم استخدام المحركات الكهربائية (MOTORS) التي تقوم بتحريك التروس لعملية الحركة. وإن خطوات تصنيع الذراع الآلي تمثلت في:

١- وضع التصميم والوصول إلى الشكل النهائي.

٢- شراء المواد الأولية من السوق المحلية.

٣- تصميم القاعدة في أحد الورش المحلية وتلحيم أجزاء القاعدة داخل ورش الكلية.

٤- تركيب المحرك الكهربائي وتثبيت كتف الذراع بالقاعدة بواسطة المسامير وتركيب تروس الكتف والمحركات وتثبيتها بالمشدات مع الذراع.

٥- بعد ذلك يركب الذراع وهو مصنوع من مادة الألمونيوم أو الحديد وربطه بالساعد بواسطة التروس.

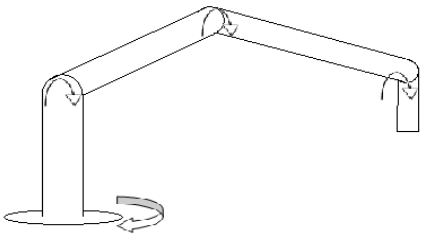
٦- أخيراً تم إعداد برنامج التحكم في تحريك الذراع بواسطة لغة البرمجة (C++)، وتركيب الأجزاء الإلكترونية والكهربائية وربطها بالبرنامج والتحكم بتحريك الذراع بواسطة الحاسوب.

ثالثاً: الذراع المتحرك

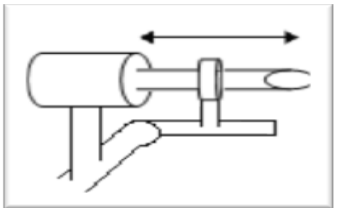
يتكون الذراع المتحرك من ثلاثة مفاصل متحركة وقاعدة دوارة مما يعطي حرية للحركة في كل الاتجاهات لذا فإن الذراع يغطي مساحة دائرية نصف قطر تلك الدائرة هو أقصى بُعد يصله الذراع ومقداره ٥٠ سم والشكل (٤) يوضح المساحة التي يغطيها الذراع.

رابعاً: حركة الذراع

بالإمكان التحكم بحركة الذراع باستخدام محركات التيار المستمر ونواقل الحركة إذ نتحكم بزاوية كل ذراع باستخدام محرك وناقل للحركة، إذ الشكل (٥) يبين كيفية استخدام المحرك وناقل الحركة للتحكم بزاوية المفصل.



شكل (٤)
الذراع المتحركة



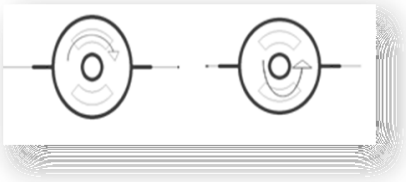
شكل (٥)
المحرك وناقل الحركة

خامساً: التحكم بمحركات التيار المستمر

إن عملية التحكم بمحركات التيار المستمر تتم عن طريق التحكم باتجاه التيار المار في الملف الداخلي للمحرك فإذا كان التيار بالاتجاه الموجب فإن المحرك سوف يدور باتجاه زاوي معين أما إذا كان التيار بالاتجاه السالب فإن المحرك سوف يدور بالاتجاه المعاكس (Boeker & Goodstein, 1991, 173)**، والشكل (٦) يبين كيفية التحكم الكهربائي بالمحرك.**

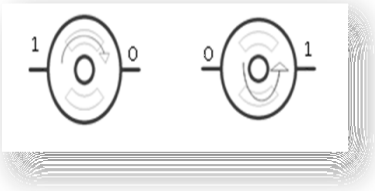
سادساً: استخدام المتحكمات أو أجهزة الحاسوب للتحكم بالمحركات

إن الحواسيب تمتلك منافذ ادخال واخراج عديدة يمكن الاستفادة منها لغرض التحكم بالمحركات وبالتالي بالذراع المتحركة إذ يمكن استخدام منفذ الطابعة المتوازي (parallel port) لغرض إخراج أوامر التحكم بالمحرك أي عكس قطبية التيار المار بالمحرك ولكن التيار الذي يمكن ان يسلطه المنفذ قليل ولا يمكن أن يكفي لاستهلاك المحرك فلذلك يجب استخدام ترانزسسترات القدرة لتكبير التيار والشكل (٧) يبين كيفية لتحكم باتجاه دوران المحرك باستخدام أوامر منطقية. إذ إن الدائرة الكهربائية المستخدمة في تكبير التيار موضحة بالشكل ذي الرقم (٨).



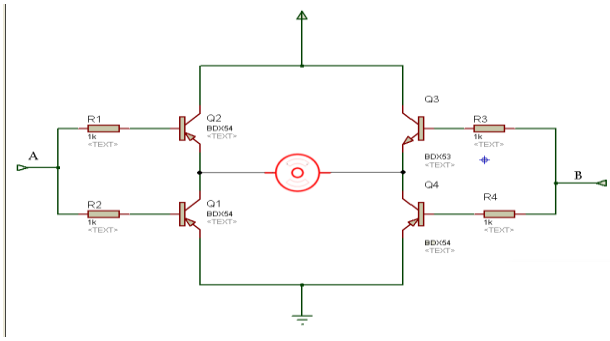
شكل (٦)

تأثير اتجاه التيار الكهربائي على اتجاه



شكل (٧)

استخدام الاوامر المنطقية للتحكم باتجاه



شكل (٨)

الدائرة الكهربائية المستخدمة في تكبير التيار

سابعاً: نماذج الأذرع الآلية

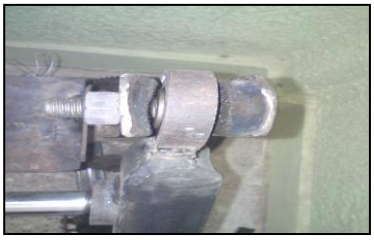
يمكن طرح نموذجين للأذرع الآلية هما:

النموذج الأول: يتكون النموذج الأول من ذراع فولاذي سمكه (٩ملم) ويتألف من أربعة أجزاء مربوطة مع بعضها البعض عن طريق مفاصل متحركة. وهذه المفاصل تمتلك حرية الحركة وبزاوية مقدارها (١٨٠^{o}).

إن الجزء الأول في النموذج الأول يتمثل في القاعدة والتي هي عبارة عن قرص مسنن نصف قطره (١٥ سم) كما موضح في الشكل (٩) والذي يدور بواسطة محمل كروي (ball bearing) عن طريق محرك كهربائي (stepper motor) والذي يجعل القرص يدور بزاوية (٣٦٠^{o}). إذ تم ربط الجزء الاول الذي طوله (٥٠ سم) مع الجزء الثاني الذي يمتلك الطول نفسه بواسطة محمل كروي وقضيب (shaft) والشكل (١٠) يبين ذلك، وبالطريقة نفسها يتم ربط الجزء الثاني والثالث بمفصل ثانٍ.

أما الجزء الرابع فهو يختلف بالطول عن الاجزاء الثلاثة السابقة، إذ كان طوله (٢٠ سم) وفي نهايته يتم ربط مقبض ميكانيكي. وتم وضع المحرك الكهربائي على كل الاجزاء ما عدا الجزء الاخير بواسطة قواعد تدور بزاوية (٣٦٠^{o}) ربطت على كل جزء، والموضحة في الشكل (١١). وعلى كل جزء ما عدا الجزء الاول تم وضع صمولة (nut) والتي من خلالها سوف تربط مع المحرك الكهربائي للجزء الذي يسبقه عن طريق قضيب والشكل (١٢) يبين ذلك، وفي النهاية أصبح النموذج الأول مكتملاً وجاهزاً للعمل.

شكل (٩)
قاعدة المحرك الكهربائي



شكل (١٠)
المفصل الذي يربط بين الذراعين

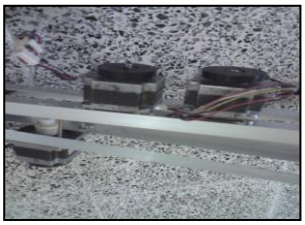
شكل (١١)
القاعدة التي يثبت عليها الذراع

شكل (١٢)
صامولة القضيب

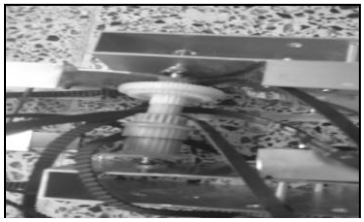
النموذج الثاني: تم استخدام مقاطع من سبيكة الألمنيوم في الأجزاء الأربعة المستخدمة إذ تم تثبيت الذراع الآلي بالكامل على القاعدة. الذراع الآلي في هذا النموذج يتكون من أربعة اجزاء:

الجزء الاول طوله (٤٤سم) ومثبت عليه كل المحركات الكهربائية الثلاثة بحيث تم وضع ترس على كل محرك كما موضح في الشكل (١٣). وظيفة المفصل الأول والذي احتوى على خمسة تروس والموضح في الشكل (١٤) هي الربط بين نهايتي الجزء الأول والثاني، بينما كان طول الجزء الثاني (٢٠ سم) والذي تم ربطه مع الجزء الثالث عن طريق مفصل ثانٍ يحتوي على ثلاثة تروس والموضح في الشكل (١٥).

أما المفصل الثالث كانت مهمته الربط بين الجزء الثالث والرابع الذي طوله (١٥ سم) عن طريق ترسين في داخله كما موضح في الشكل (١٦). وبالنهاية تم وضع ماسكه ميكانيكية في نهاية الجزء الرابع.



شكل (١٣)
الجزء الأول من الذراع



شكل (١٤)
الفصل الأول

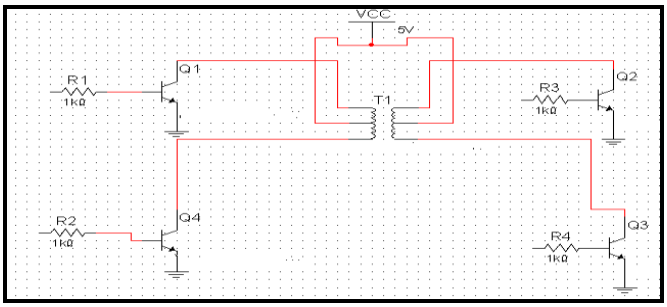
شكل (١٥)
الفصل الثاني

شكل (١٦)
الفصل الثالث

كما تم استخدام ترانزستور من نوع (The transistor typeBdx53) لتضخيم الفولتية الخارجة من الحاسبة إلى (٢,٢) أمبير، والذي يحتاج إلى (٥ ملي ثانية) لتغيير التسلسل المتعاقب (sequence)، بعد ذلك استعملنا (D-Flip-Flop 7474*8) عدد (١٦) في الدائرة الكهربائية لغرض خزن (sequence) وتقسيمه على ٢.

وإن التحكم بالروبوت يتم عن طريق أوامر البرنامج الذي يسيطر على حركة الذراع الآلي وتحديد موقعه، والمسير والسرعة والتسارع وتجنب أي عائق.

وقد تم توضيح الدائرة الكهربائية المستخدمة في البحث في الشكل (١٧).



شكل (١٧)

الدائرة الكهربائية المستخدمة في البحث

المبحث الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

للتعرف على النتائج التي تضمنها البحث ومناقشتها ووضع التوصيات اللازمة لابد من تقسيم هذا البحث إلى محورين وكالاتي:

أولاً: الاستنتاجات:

١- يوجد نموذجان من الأذرع الآلية، النموذج الأول مصنوع من الفولاذ والذي يتميز بكونه بطيئاً نسبياً ولكنه له القدرة على رفع الأحمال عالية الأوزان. في حين النموذج الثاني مصنوع من سبيكة الألمنيوم ويتميز بكونه سريعاً جداً ولكنه يستخدم لرفع الأوزان الخفيفة فقط.

٢- يتميز الذراع الآلي بقدرته على التحرك بكل الاتجاهات وبزاوية مقدارها (٣٦٠)، كما لديه القدرة على الارتفاع والانخفاض عمودياً وبحركة لولبية.

٣- قد يتصور البعض إن الأذرع الآلية يمكنها أن تحل محل الإنسان (العاملين) وهذا اعتقاد خاطئ تماماً وذلك لكون الأذرع تساعد الإنسان في تنفيذ العمليات الخطرة والتي من شأنها أن تضره أو تؤذيه.

٤- يتم تصميم الذراع الآلي بناءً على نوع وحجم العمل الذي يؤديه وذلك من خلال حركته الدورانية أو اللولبية فضلاً عن مستوى الارتفاع والانخفاض اللازم لذلك.

٥- إن لموقع الذراع الآلي اهمية كبيرة في داخل عمليات الانتاج إذ إن التثبيت الخاطئ للذراع قد يؤدي إلى حدوث اضرار وحوادث قد لا تحمد عقباها. لذلك لابد من اختيار الموقع المناسب للتثبيت على وفق خطة سليمة ومدروسة.

٦- يمكن التحكم بالأذرع الآلية من قبل الحاسوب أو بتشغيله من خلال الجهد البشري وهنا يجب أن يكون الشخص ذا خبرة ومهارة ومعرفة يكتسبها من خلال التدريب على عملية التشغيل أو التحريك.

ثانياً: التوصيات

١- التركيز على استخدام الأذرع الآلية في عمليات الانتاج في الشركة الأمر الذي من شأنه أن يساعد على تقليل الجهد والوقت والكلفة وأداء هذه العمليات بأفضل صورة ممكنة.

٢- تشجيع العاملين في الشركة على اعتماد الإجراءات التي من شأنها أن تساعد في تصميم الأذرع الآلية وإدخال التحسينات عليها كلما تطلب الأمر ذلك.

٣- تدريب العاملين على عمليات الحاسوب وبالأخص في جانب السيطرة على تشغيل الأذرع الآلية والتحكم بها، واعتماد قسم أو شعبة أو وحدة خاصة بذلك في الشركة.

٤- اعتماد قسم أو شعبة أو وحدة خاصة بتصميم الأذرع الآلية وتشغيلها والسيطرة عليها والتحكم بها.

٥- إجراء الدراسات التي من شأنها أن تساعد في استخدام الإنسان الآلي في العمليات التي تتطلب نقل أحمال عالية الأوزان من مكان لآخر والتي فيها جهد وخطورة وتعب نفسي على العاملين، مع مراعاة عدم الاستغناء عن العاملين والمساعدة على البطالة.

قائمة المصادر

المصادر العربية:

أولاً: الرسائل والاطاريح

١.علي، أمل عبد محمد (٢٠٠٥)، العلاقة بين مكونات إعادة هندسة الأعمال وأثرها في أداء العمليات/ دراسة استطلاعية لقياس ادراكات عينة من العاملين في الشركة العامة للصناعات النسيجية/ الحلة، **أطروحة دكتوراه في إدارة الأعمال، غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية.**

المصادر الاجنبية:

أولاً: الكتب

1. Asada, Harry (2005), **Introduction to Robotics**, Lecture Notes, Massachusetts Institute of Technology.
2. Davis, Mark M. & Aquilano, Nicholas J. & Chase , Richard B. (2003), **Fundamentals of Operations Managements**, 4th ed. , Mc-Graw Hill Higher Education, USA.
3. Johnson, Gerry & Schools, Kevan (1997), **Exploring Corporate Strategy**, Prentice-Hall, Inc. USA.
4. Krajewiski, Lee J. & Ritzman, Larry P. (2002), **Operations Management Strategy and Analysis**, 6th ed., Addison Wesly Publishing Co. Inc., USA.
5. Slack, Nigle & Chambers, S. & Harland C. & Harrison A., & Johanston R. (2005), **Operations Management**, 3rd ed., Pitman Publishing Co., Uk.

ثانياً: المجلات والدوريات:

1. Boekr W. & Goodstein J. (1991), **"Organizational Performance and Adaptation: Effects of Environment and Performance on Changes in Board Composition**", Academy of Management Journal, Vol. 34, No. 4.

2. Hakhdir, Mehmet Isa Tasdelen (2009), **"Modeling, Simulation and Fuzzy Control of an Anthropomorphic Robot Arm by Using Dymola"**, Springer J. Intell Manuf.

مواقع الانترنيت:

1. Isimov's Laws for Robotics: Implications for Information Technology (1993), Part 1 and Part 2, Computer Journal, December and, January (1994). **http://www.cs.cmu.edu/~chuck/robotpg/robofaq.**
2. Parallel port (2008), Dataproducts D-Sub 50 Parallel, Hardware Book Retrieved. **http://en.wikipedia.org/wiki.**
3. Anderson, Peter H. (1996), Department of Electrical Engineering, Morgan State University. **http://technologyinterface.nmsu.edu/fall96/computer/printer/printer.html.**
4. Craig, J.J. (2005), Introduction to Robotics, Pearson Prentice Hall. **http://ar.wikipedia.org/wiki/.**
5. **http://www.arab-eng.org/vb/index.php.**