كيف تبنى "روبوت" حقيقى؟

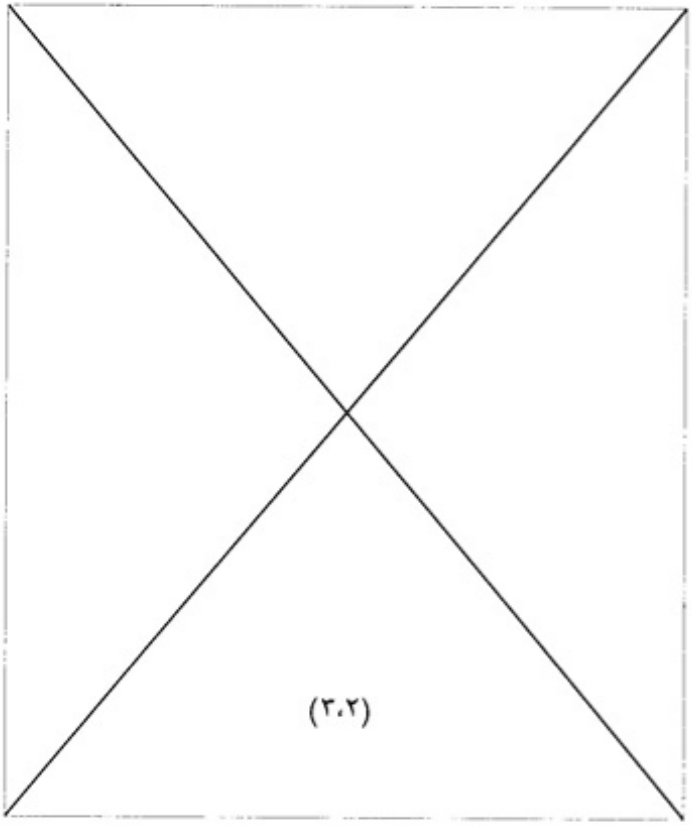
١٥ - أنواع الأذرع الروبوتية

د. علاء خميس
كلية هندسة البترول - جامعة قناة السويس

الذراع الروبوتى.. هو ذلك الجزء الذى تثبت به النهاية الطرفية للروبوت والحساسات لأداء المهمة المبرمج عليها الروبوت. يحتوى الذراع الروبوتى على كتف مثبت فى قاعدة الذراع وذراع علوى ومفصل كوع وساعد. ويمكن تصنيف الأذرع الروبوتية المستخدمة فى الصناعة حسب الشكل الهندسى للذراع (نظام الاحداثيات المستخدم فى التصميم).. أو حسب مصدر القدرة المستخدمه فى تشغيله.

١- حسب الشكل الهندسى للذراع

توجد أربعة أنواع رئيسية من الأذرع الروبوتية - حسب نظام الاحداثيات المستخدم - وهى أذرع الاحداثيات الكارتيزية و الاسطوانية والقطبية.. والمفصلية.. والنوع الأخير (الأذرع المفصلية) يشبه إلى حد كبير الأذرع البشرية.. حيث عادة ما يحتوى الذراع على كتف وكوع ورسغ وأحياناً أصابع.. وينقسم إلى نوعين أساسيين.. هما الذراع المتفصل أفقياً مثل الذراع الروبوتى المفصلى المستجيب انتقائياً والذى يعرف باسم «سكارا» Selectively Complaint Articulated Robot Arm Assembley/ed (SCARA).. والذراع المتفصل رأسيًا مثل الذراع الدورانى. واعتماداً على هذين النوعين.. تم إنتاج نوعين آخرين هما.. الذراع الثعبانى Serpentine Arm.. والذراع البشرى Anthropomorphic Aram.


(٣،٢)

أ- الذراع ذو الاحداثيات الكارتيزية:

يوفر هذا التصميم.. ثلاث درجات حرية حركة للذراع فى اتجاه المحاور الأساسية الثلاثة (X,Y,Z) - شكل رقم (١)- ويتم تقسيمه إلى ذراع مستعرض Traverse Robot.. وذراع جسر الرافعة المتنقلة Robot Gantry. يتميز هذا النوع باتساع نطاق العمل.. حيث يمكن زيادة مساحة العمل فى اتجاه محور X بسهولة. لذا.. توجد بعض الأذرع الروبوتية بنطاق عمل يصل طوله إلى ٢٥م. ويتيح التثبيت الرأسى للذراع.. إمكانية استغلال أرضية المصنع لأغراض أخرى.. في الوقت الذي يتميز فيه أيضًا بسهولة منظومة التحكم. ويكثر استخدام هذا النوع فى مناولة المواد والأجزاء عمليات التحميل والتفريغ و اللحام والقطع وتتلخص عيوب هذه الأذرع في صعوبة عملية الصيانة وبخاصة فى حالة الروافع الرأسية.

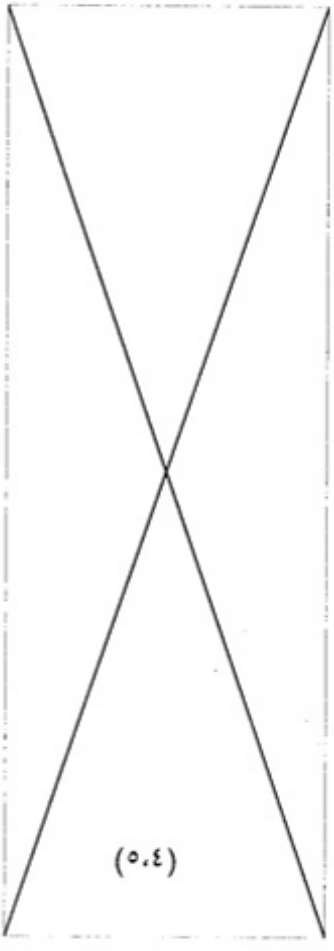
(١)

ب- الذراع ذو الاحداثيات القطبية:

ويسمى أيضاً بالذراع الكروى.. ويتحرك حركة خطية فى اتجاه محور X بالإضافة إلى حركتين دورانيتين فى اتجاه محورى Y و Z. ويتمتع الرسغ بثلاث درجات حرية حركة هى.. الدوران فى اتجاه A والميل فى اتجاه B والانعراج فى اتجاة C - شكل رقم (٢). يتطلب هذا النوع.. ضبط التزامن والتنسيق بين حركة الكتف وامتداد الذراع وميل الرسغ.. ويكثر استخدامه فى مصانع السيارات.. ويتم فيه استخدام اسطوانة هوائية أو هيدروليكية لتحريك الذراع. ويذكر.. أنه تم اختراع أول روبوت صناعى من هذ النوع بواسطة العالم الأمريكى «جورج ديفول» فى عام ١٩٥٤ .. وفى عام ١٩٦١ اخترع «جوزيف ادينبرج» الروبوت Unimate وهو أول روبوت يتم تسويقة على نطاق تجارى عبارة عن ذراع ذى إحداثيات قطبية.

جـ- الذراع ذو الاحداثيات الاسطوانية:

يتحرك هذا الذراع حركة انتقالية فى اتجاة محورى X و Y بالإضافة إلى حركة دورانية فى اتجاه محور Z فى نطاق عمل اسطوانى الشكل - شكل رقم (٣). ويتميز هذا النوع.. باتساع نطاق العمل فى الاتجاه الأفقى وارتفاع درجة التكرارية والحمل الآجر. لذا.. فإن الحركة عادة ما تكون ترددية ذهاباً وإياباً فى الاتجاة الافقى. ويعيب هذا النوع.. ضعف قدرته على تجنب العوائق.. وضيق نطاق العمل فى الاتجاه الأيمن والأيسر للذراع وهو ما يمكن التغلب عليه بتثبيت الذراع فوق قاعدة متحركة. ويكثر استخدام هذا الذراع فى الصناعة وبخاصة فى عمليات السباكة.


(٥،٤)

(٧،٦)

د- الذراع «سكارا»:

ويسمى أيضاً بالذراع المتمفصل أفقياً.. وقد تم اختراع أول روبوت بهذا الذراع على يد العالم الياباني "هيروشي ماكينى" عام ١٩٧٩.. ويستخدم حالياً بكثرة فى عمليات التجميع وخاصة فى تجميع لوحات الدوائر الالكترونية المطبوعة.. حيث يعمل بسرعة عالية وقدرة تكرارية تصل إلى (X,Y,Z) 0.38mm ± و ± (Theta) 0.05° بدرجات حرية حركة تصل الى أربع درجات فى حالة الروبوت Adept Three-XL - شكل رقم (٤).

هـ- الذراع الدورانى:

يتمتع هذا النوع من الأذرع الروبوتية بثلاث درجات حرية حركة دورانية - شكل رقم (٥). ويعتبر الروبوت Programmable Universial Manipulator for Assembly (PUMA) والروبوت (ABB 2400) من أكثر الأنواع المستخدمة فى الصناعة والتى تستخدم الأذرع التي تعتمد على الاحداثيات الدورانية.

و- الذراع الثعبانى:

يتميز هذا النوع من الأذرع الروبوتية.. بالمرونة فى الحركة والقدرة على تجنب العوائق للوصول إلى الأماكن الصعبة.. وارتفاع درجة الفراهة.. مع تعدد درجات حرية الحركة والتى قد تصل الى ١٤ فى حالة المناول الروبوتى الثعبانى الذى أنتجته معامل PNNL. وعادة ما يستخدم هذا النوع فى عمليات الفحص وطلاء السيارات - شكل رقم (٦).

ل- الذراع البشرى:

يتميز هذا النوع بعدم انتظام شكل نطاق العمل.. ويسمى فى بعض الاحيان بالروبوت المتمفصل رأسيًا Vertically Articulated.. أو الذراع الكروى المفصلى. يتمتع هذا الذراع بثلاث درجات حرية حركة دورانية بفضل دوران القاعدة و الكتف والساعد.. بالإضافة إلى ثلاث درجات حرية حركة دورانية فى الرسغ - شكل رقم (٧). للحصول على حركة فى خط مستقيم فى اتجاه المحاور X و Y و Z .. يجب تنسيق حركة ثلاثة مفاصل على الاقل. لذا.. نجد أن منظومة التحكم فى هذا الذراع تعتبر أكثر تعقيداً من مثيلاتها فى الأنواع الأخرى. يتميز هذا النوع.. بصغر المساحة التى يشغلها فى أرضية المصنع بالاضافة إلى اتساع نطاق العمل والقدرة على تجنب العوائق والوصول إلى الأماكن الصعبة. يوضح الشكل رقم (٨) مثالاً لذراع بشرى تنتجه شركة Robotics Research ويستخدم بكثرة فى معامل وكالة الفضاء الامريكية (ناسا).

٢- حسب مصدر القدرة

تعمل معظم الأذرع الروبوتية فى حركتها بواسطة القدرة الكهربية أو قدرة الموائع.. والنوع الأخير يمكن تقسيمه إلى صنفين هما.. القدرة الهيدروليكية والقدرة الهوائية.

أ- الأذرع الهيدروليكية:

لازالت الأذرع الهيدروليكية شائعة الاستخدام فى المنشآت الصناعية لأنها تزودنا بقدرة عالية بالرغم من صعوبة التوجيه والسيطرة على هذه الروبوتات والتكلفة العالية والضوضاء الناتجة عنها. يوضح الشكل رقم (٩) مثالاً لمنظومة قدرة هيدروليكية يتم فيها استخدام مضخة لدفع المائع (الزيت) فى أنابيب التغذية.. ويتم التحكم فى سريان الزيت باستخدام صمامات تحكم حتى يصل الزيت إلى غرفة محرك خطى أو دورانى كما هو مبين بالشكل. يتسبب امتلاء غرفة المحرك بالزيت المضغوط فى حركة المكبس.. وتؤدى هذه الحركة إلى إجبار الزيت فى الجانب الآخر من المكبس على السريان خلال خط العودة للرجوع إلى المضخة من خلال صمام التحكم.

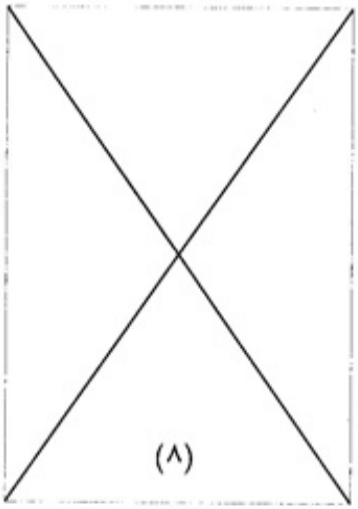
يمكن تلخيص مميزات وعيوب استخدام المحركات الهيدروليكية فى الأذرع الروبوتية فى النقاط التالية:

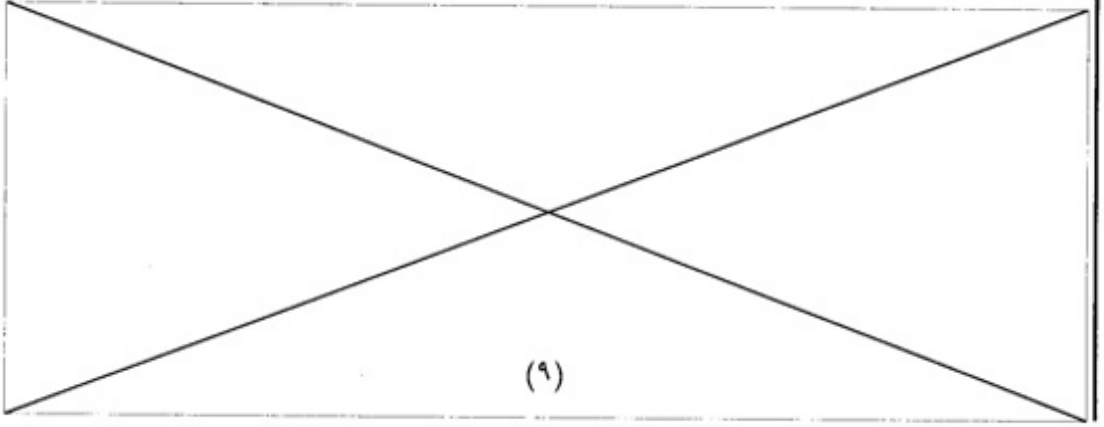
المميزات:

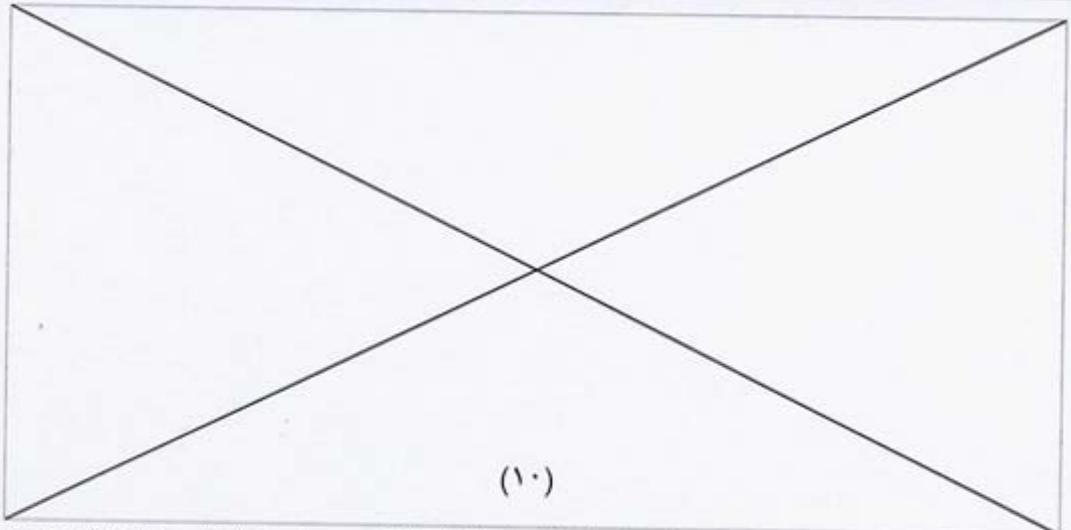
- نسبة القدرة المتولدة إلى حجم أجهزة نقل القدرة والمحركات الهيدروليكية أكبر من نظيرتها فى الروبوت الكهربى.
- القوى الناتجة كبيرة وبالإمكان نقلها مباشرة الى الموقع المطلوب.
- يمكن استخدامها فى المواقع الخطرة مثل التى تكتنفها مخاطر الانفجار أو الحريق.. بشرط أن تكون كمية الطاقة المطلوبة لأجهزة السيطرة صغيرة. وللأمان.. تكون مصادر القدرة Power Supplies اللازمة لتوليد ضغط الهيدروليك.. فى موضع بعيد عن منطقة العمل.. وتستخدم مائعاً هيدروليكياً غير قابل للاشتعال.
- ذات قدرة أكبر من الروبوتات الكهربية والهوائية على نقل الأحمال.
- لها قدرة عالية لمقاومة وتحمل الصدمات.

العيوب:

- أقل اعتمادية Reliability فى العمل من الروبوتات الكهربية.


(٨)


(٩)



(١٠)

- يكون تسرب الموائع المستخدمة من أجهزة نقل القدرة سبباً فى ضياع جزء من كفاءة الأداء وتلوث منطقة العمل.
- الضوضاء المتولدة نتيجة عملها تقدر بنحو ٧٠ ديسبل.. إذا لم يتم استخدام وسائل الوقاية ضد الضوضاء مثل كواتم الصوت.
- يؤدى التغير فى درجات الحرارة إلى تغير لزوجة المائع الهيدروليكى. فعند انخفاض درجة الحرارة.. تزداد لزوجة المائع مما يؤدى إلى أن تكون حركة الروبوت بطيئة وثقيلة.
- الأنواع الصغيرة منها عادة ما تكون غير اقتصادية عمليًا.. حيث أن تكلفة المعدات الهيدروليكية لا تتناقص نسبة إلى صغر حجم المعدة.
- منظومات التحكم الهيدروليكية تكون معقدة.

ب- الأذرع الهوائية:

تحتوى منظومة القدرة الهوائية على مكونات مشابهة للمنظومة الهيدروليكية.. إلا أنه يتم فيها استخدام غاز مضغوط بدلاً من الزيت - شكل رقم(١٠). وعادة ما يتم تقسيم المحركات الهوائية إلى محركات خطية توفر حركتى الانثناء والامتداد للذراع الروبوتى.. ومحركات دورانية توفر إمكانية دوران الذراع فى اتجاه أو عكس اتجاه عقارب الساعة. وتعتبر الأذرع الهوائية مثالية للاستخدام فى أعمال التجميع الخفيفة أو الالتقاط.. ولكنها لا تناسب التطبيقات ذات الأعمال الشاقة.

يمكن تلخيص مميزات وعيوب استخدام المحركات الهوائية فى الأذرع الروبوتية فى النقاط التالية.

المميزات:

- تعتبر من أرخص أنواع أجهزة القدرة.. وتتيح معداتها السهولة والسرعة فى عملها.. كما أن الهواء المضغوط - فى الغالب - يسهل توفيره فى المصانع.
- شائعة التطبيق فى معظم الصناعات.
- سريعة جدًا فى العمل وفى مدة الاستجابة.. مما يجعل دورات العمل سريعة.
- تعمل بشكل مترابط ومحكم.
- وحدة التحكم بسيطة.. وعادة ماتستخدم المعدات الميكانيكية.
- يمكن إعادة ربط أجزاء هذه الأجهزة المنفردة الواحدة مع الأخرى بسهولة.
- تكلفة صيانتها منخفضة.

العيوب:

- عدم سهولة الحصول علي الحركات المعقدة والسيطرة والتوجيه ما لم تكن هناك أجهزة الكتروميكانيكية معقدة تدمج مع المنظومة الهوائية.. مما يعنى أنه لا يمكننا سوى أداء عمليات ذات تسلسل محدد وبسرعة ثابتة.
- فى حالة استخدام المعدات الميكانيكية.. تكون عملية إعادة تنظيم المنظومة الهوائية بطيئة.
- غير مناسبة لنقل أحمال ثقيلة وبتحكم دقيق بسبب قابلية الانضغاط العالية للهواء.
- فى حالة تغلغل الرطوبة لهذه الأجهزة واستخدام المعادن الحديدية فى صناعة أجزائها.. تصبح هذه الأجهزة عرضه للتلف.

جـ- الأذرع الكهربية:

تعتبر القدرة الكهربية طريقة الإدارة الأكثر شيوعًا فى يومنا هذا.. وذلك عن طريق استخدام أنواع مختلفة من المحركات.. مثل محرك التيار المستمر ومحرك الخطوة والمحرك الخالى من الفرشاة.. وتتميز أذرع هذا النوع بسهولة التحكم الالكتروني فى السرعة واتجاه الحركة. تتلخص مميزات وعيوب استخدام المحركات الكهربية فى الاذرع الروبوتية فى النقاط التالية:

المميزات:

- المحرك الكهربى هو عنصر نقل الحركة الأساسى فيها .. وعادة ما يكون أخف وزناً من نظيره فى الروبوت الهيدروليكى.
- الدقة والتكرارية أفضل من استخدام أي من الموائع فى نقل الحركة.
- ملائمة جدًا لمحيط العمل.. لنظافتها وهدوئها النسبي.
- سهولة الصيانة.
- أجزاؤها التركيبية خفيفة الوزن.
- ملاءمة منظومة الحركة لمنظومة التحكم الالكترونى.
- تصميمات المحركات الجديدة وموادها في تحسن وتطور مستمر.

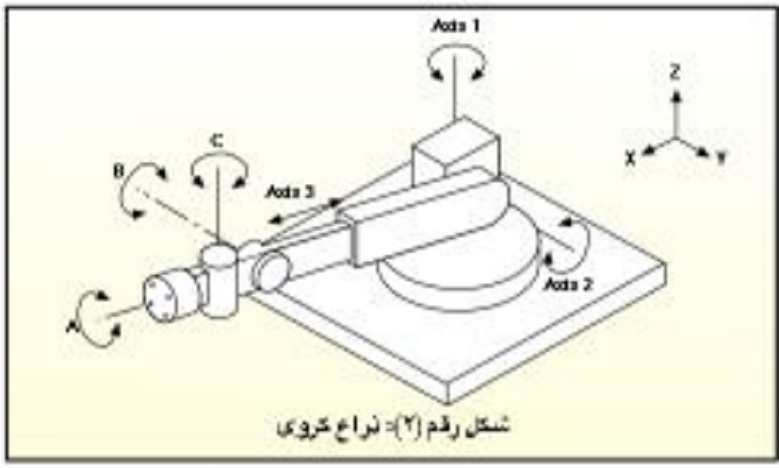
العيوب:

- كثيرًا ما تتطلب اندماج بعض أجزاء منظومة نقل الحركة الميكانيكية. وتتطلب هذه الكتلة الإضافية والحركة غير المرغوب فيها.. بذل طاقة إضافية وربما وحدة تحكم أكثر تعقيدًا مما يؤدى إلى زيادة التكلفة.
- ليست مأمونة الاستعمال.. لذلك فإنها لا تستعمل فى الأماكن والأجواء القابلة للانفجار.. إلا أن المحركات الخالية من الفرشاة تتيح إمكانية استخدامها فى بعض التطبيقات التى تكتنفها مخاطر الانفجار أو اشتعال النار.. مثل الرش بالدهان (الصباغة).. لأن احتمالية تولد الشرارة فى مثل هذا النوع من المحركات تكون مستبعدة.

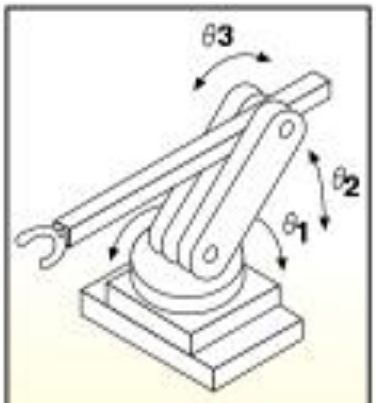
العدد القادم:

طرق التحكم فى الأذرع الروبوتية

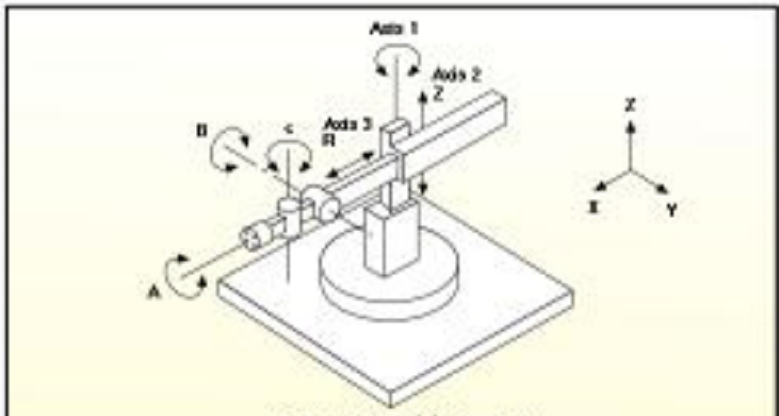
.



شكل رقم (٢): ذراع كروى

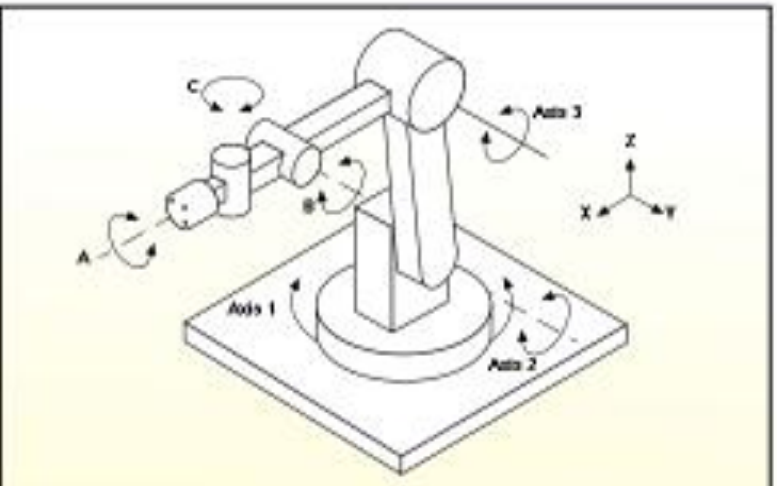


شكل رقم (٥): ذراع دورانى

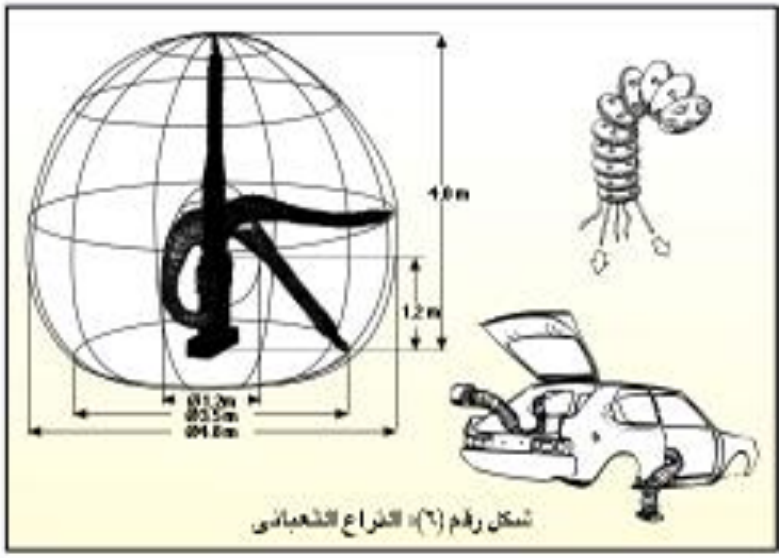


شكل رقم (٣): ذراع اسطوانى

شكل رقم (٤): الروبوت
Adept Three- XL

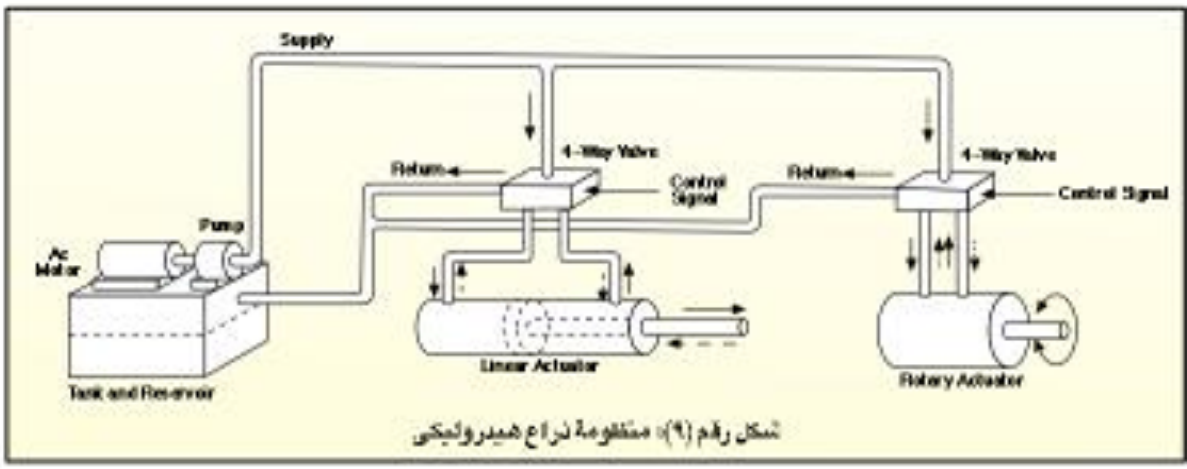


شكل رقم (٧): ذراع كروى مفصلى



شكل رقم (٦): الذراع الشعبانى

شكل رقم (٨): مثال للذراع البشرى



شكل رقم (٩): منظومة ذراع هيدروليكى