

## توظيف الروبوت الصناعي

### JOB OF INDUSTRIAL ROBOT

نحن الآن أمام إنسان آلي لم يتعلم ولكنه يريد الوظيفة. هو مخزن للمعلومات تم اختزالها فيه دون أن يدري وهي مجموعة خبرات كبيرة وطويلة بهدف معين يريدنا من يبغى تشغيله لاما يريدنا هو. الميزة الوحيدة هي أن كل الروبوتات خريجة كلية هندسة. وقسم هندسة الإنتاج هو صاحب المناول الميكانيكى - الجزء الأكبر والأعظم فى الروبوت بكل ما فيه من آليات صعبة ومعقدة. أما جزء السيطرة فيتبع قسم هندسة الاتصالات والإلكترونيات. والبرامج تابعة لقسم الحاسبات ويقوم بالعمل عليها مهندس من خريجى الإنتاج. إذن فالروبوت يشمل جميع تخصصات أهم علوم الهندسة . ودخلها بدون مجموع أو تنسيق أو سؤال أو رغبة عائلية. بهذا نجد خريجا آليا لا يفهم ولم يتعلم ولكنه متخصص فى أربعة تخصصات هندسية عالية المستوى. هذا الروبوت وغيره سوف يعمل بالحكومة والقطاع الخاص. كل خريج له مكان وله وظيفة. ولا يجرو أن يتحمل أحد مسئولية أن يضمه إلى جيش البطالة. الميزة الكبيرة بالروبوت أنه سوف يعمل بدون أجر وبدون تدمر من ظروف العمل. سوف لا يطلب مسكنا لأنه سوف يعمل ويسكن فى مكان واحد مدى الحياة. سوف لا يطالب بزيادة الأجر. سوف يقوم بالعمل مكان كثير من البشر. سوف يتدمرون هم منه ولكنه قد أثبت انضباطه فى العمل مدة طويلة دون كلل أو تعب. والدقة فى كل ما يقوم به من أعمال خطيرة وصعبة. والعمل فى أعماق البحار وفى الفضاء والنجوم وفى شدة البرد والحر وأمام رهبة المحطات الذرية دون أن يخاف أو يمرض.

إذا كان الأمر كذلك فهيا بنا نتعرف على الوظائف التى يقوم بها الإنسان الآلى الذى سماه كايك بالروبوت وقبلها نتعرف على المواصفات القياسية للروبوت الصناعي .

## ١ - المواصفات القياسية للروبوت الصناعي

### Standard Specifications Of Industrial Robot

من المهم قبل اختيار الروبوت دراسة طبيعة العمل الذى سيقوم به ومعرفة الحركات اللازمة لإنجاز العمل وكذلك حجم العمل وأقصى مسافات سوف يتحركها المناول الميكانيكى فى الفراغ والدقة المطلوبة والأوزان التى سوف يحملها الروبوت. وبعد ذلك يتم دراسة تصميم الروبوتات لذات المواصفات القياسية وقياس متطلبات العمل عليها ليتم الاختيار الصحيح وعلى هذا فإن المواصفات العامة للروبوت تكون كالتالى :

Configuration	١- الشكل الهندسى للروبوت
Payload	٢- الحمل الأقصى للمماسك
Path And Speed	٣- مسار اليد وسرعتها
Control Systems and Sensors	٤- نظام التحكم وأجهزة الحس
Work Space	٥- حجم العمل
Accuracy And Repeatability	٦- دقة العمل والتكرارية

وهى مواصفات عامة لأى نوع من العمليات التى يقوم بها الروبوت والتى من خلالها يمكن قياس العمليات المطلوب عملها من رش أو ثقب وخلافة بمواصفات كل عملية على مواصفات الروبوت. وهل يستطيع أداءها بالكيفية والدقة والسرعة المطلوبة أو لا .

### (١) الشكل الهندسى للروبوت Robot Configuration

يتوقف الشكل الهندسى للمناول على طبيعة عمل الروبوت. فالمناول الميكانيكى له أشكال متعددة منها الكارتيزى والأسطوانى والكروى. وكل شكل من هذه الأشكال له طبيعة فى الاستخدام وله مساحة أفضل فى العمل من غيره وله ميزات

وله عيوب إذ يستخدم كل شكل من هذه الأشكال حسب طبيعة العمل المنوط به الروبوت. فمثلا الروبوت المستخدم في التجميع غالبا ما يحتاج إلى حركة خطية جانبية أكثر من أية حركة أخرى حيث توضع الأجزاء المراد تجميعها إلى جنب على «ترابيزات» طولية يتم تجميعها واحدة بعد الأخرى. وهناك روبوت يقوم بالعمل على سير متحرك أو على ماكينة للتحميل والتفريغ أو روبوت للحام أو روبوت يحتاج إلى أذرع طويلة بحركة خطية أكثر من دائرية مثل الروبوتات التي تعمل في الأفران وفي السباكة. وهكذا يجب اختيار هندسية الشكل حسب نوع العمل المطلوب للروبوت.

### (٢) الحمل الأقصى للماسك Payload

الحمل الأقصى المذكور في مواصفات الروبوت هو عبارة عن الوزن المحمول في نهاية ذراع الروبوت بالماسك. علما بأن هذا الوزن هو وزن الماسك والعدة إذا وجدت. وهناك عامل مهم له علاقة بالوزن وهو العزم إذ يمكن للإنسان أو الروبوت أن يحمل حملا ثقيلًا إذا لم تكن يده التي تحمل الوزن ممدودة للأمام بطول كبير. أي إن ذراع القوة صغير أما إذا كانت اليد ممدودة إلى أقصاها وبها حمل أخف قد لا يستطيع الروبوت حملها لزيادة العزم الذي هو عبارة عن الحمل مضروبا في الذراع. وهذا العزم يضر بالمفاصل. فقد يكسرها إذا زاد عن الحد المسموح به وكذلك يؤثر على الرسغ وعلى حركة الروبوت وعلى دقة الحركة.

### (٣) مسار اليد وسرعته Path And Speed

المسار الذي يتحرك به الروبوت المقصود به مسار الحركة للوشر النهائي أي للحمل. وهناك دراسات كثيرة في اختيار أفضل المسارات التي يتحرك بها الروبوت. مع ملاحظة أن اختيار المسار للروبوت الذي سيقوم بعملية الثقب غير المسار الذي سيختار لعملية اللحام غير المسار لعملية الرش والدهان التي تدخل فيها أيضا سرعة اليد كما ذكر من قبل. يتوقف اختيار المسار أيضا على نوع التحكم الآلي المصمم عليه الروبوت.

#### (٤) نظام التحكم وأجهزة الحس Control Systems and Sensors

يوجد ثلاثة أنواع من التحكم الآلي للروبوت: الأول يسمى التحكم من نقطة إلى نقطة Point to Point Control. والثاني التحكم الخطى Linear Control. والثالث هو التحكم الدائرى Circular Control. ومعنى هذا أن النوع الأول سوف يكون السيطرة عليه من نقطة ثم يتحرك إلى نقطة أخرى أما كيفية الوصول إليها فلا تهم المبرمج ولكن وحدة التحكم تحددتها. التحكم الخطى الثانى هو أن الأوامر سوف تعطى للماسك النهائى فى صورة خطوط مستقيمة أو مائلة. أما التحكم الدائرى فهو حركة النهاية الطرفية فى جزء دائرى أو فى دائرة كاملة. ومن هذه الطرق الثلاثة نستطيع توجيه الروبوت إلى أية حركة فى أية عملية فى الفراغ.

والنظم الذكية تحتاج إلى أجهزة حس. تتركب فى يد الروبوت لقياس وزن الجزء المحمول لتوليد قوة ضغط عليه من اليد أكبر منه لكى تحافظ على مسكه بها. وأيضا هناك أجهزة لقياس العزم الذى يتولد أثناء الحركة وتغيير طول ذراع الروبوت. كما أن أجهزة الرؤية تعتبر من أجهزة الحس وهى لا تطبق كثيرا عند الروبوت الثابت إلا إذا كانت هناك عوارض خطيرة قد تقابل ذراع الروبوت أثناء حركته. و لكنها تكون مطلوبة فى حالة الروبوت المتجول.

#### (٥) حجم العمل Work Space

يجب تحديد المنطقة التى سوف يعمل بها الروبوت وهى أقصى ارتفاع لليد وأبعد مسافة تتحركها لها فى الاتجاه الأفقى والرأسى العمودى. ذلك لأن أية نقطة أبعد من ذلك سوف لا يصل إليها الروبوت بعد اختياره. وقد تكون هناك نقاط داخل حجم العمل لن يستطيع الروبوت الوصول إليها فيجب أيضا أن توصف حتى لا تعطى للروبوت واجبات داخل هذه النقاط الميتة.

#### (٦) دقة العمل والتكرارية Accuracy And Repeatability

هل يستطيع الروبوت أن يصل إلى النقطة أو المكان الذى يحدده البرنامج بدون أى سماحية. هذه هى الدقة وحيث إن الدقة المطلقة أى التى تساوى صفرا غير

موجودة على الإطلاق. إذًا فالدقة هي قيمة السماح بالخطأ المسموح بتجاوزه عند الوصول للمكان المطلوب. فإذا كانت الدقة قيمتها صغيرة جدًا مثل ٠,٠٥ مليمتر فإن معنى هذا أن القيمة القصوى للخطأ المسموح به تجاوزها هي خمس من مائه من المليمتر عند كل مسافة أو بعد. يكتب في برنامج الروبوت وهي دقة عالية جدًا. أما التكرارية فهي أيضًا مطلوبة في توصيف الروبوت .

حيث إنها تعبر عن نسبة الخطأ للوصول إلى نفس المكان في حاله تكراره بواسطة ذراع الروبوت. أى إنه إذا كان الروبوت سيصل إلى النقطة ٢٥,٤ مم ثم يعود ويكررها مرات كثيرة. هل سيصل الذراع إلى نفس النقطة أو أنه سيحيد عنها. قيمة الحياد عن هذه النقطة هي قيمة التجاوز المسموح به في التكرارية أيضًا. كلما كانت القيمة صغيرة كانت التكرارية أفضل .

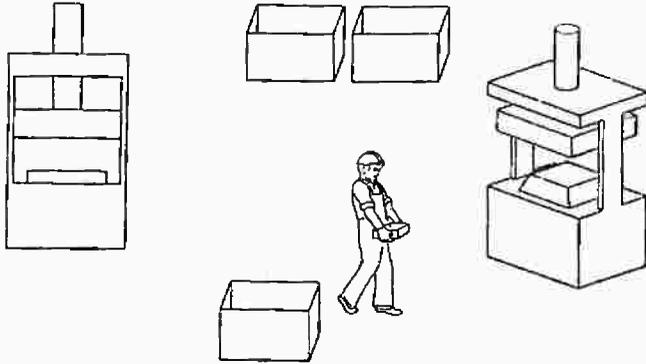
#### أولاً : استخدام الروبوت في العمليات الإنتاجية :

بعد أن تعرفنا على المواصفات القياسية يمكننا الآن أن نتعرف على وظائف الروبوت وأين يستخدم في الصناعة وغيرها ونبدأ بسباكة المعادن .

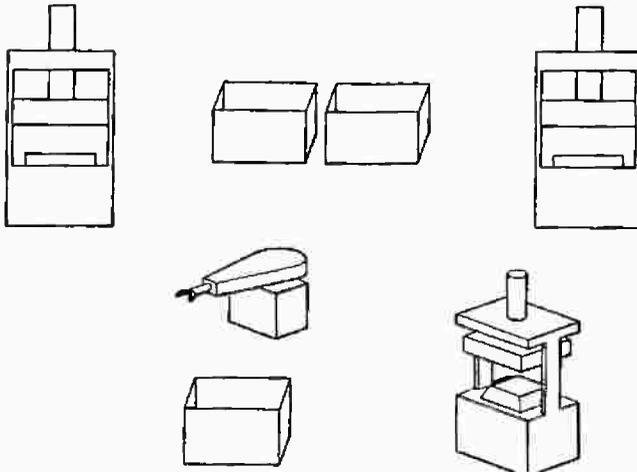
#### ١- الروبوت في سباكة المعادن :

حيث إن انجلبرجر أول من صمم واستخدم الروبوت في الصناعة وفى السباكة بالذات فلتكن الوظيفة الأولى التى سنتحدث عنها الآن كما كانت هى عام ١٩٦١ . قبل تصميم الروبوت درس انجلبرجر إحلال الروبوت فى صناعة صعبة مثل السباكة وفى أفرانها تمت أولاً دراسة الحركات الرئيسية الموجودة واللازمة لإنجاز عمليات السباكة فى عدة مسابك ليحدد مواصفات الربوت. لذلك فإن الخطوة الأولى للبرمجة تحديد كل تحركات الروبوت وحجم حركته وأبعاده فى الاتجاهات الثلاثة. وبعد ذلك يتم وضع مخطط تفصيلى لما هو مطلوب من الروبوت القيام به. بدون ذلك يمكن أن يقع المبرمج فى أخطاء كثيرة أو أن يتم اختيار الروبوت غير المناسب للعملية . الشكل رقم (٣١) يبين تخطيطاً لعمل إنسان بشرى فى مسبك به ماكينة إسطمبات واحدة وماكينة تهذيب الأشكال وأخرى للمعالجات

الحرارية. ودراسة هذا الشكل وجد أن الروبوت يستطيع القيام بأعمال التحميل والتفكيك للمسبوكات على ماكينات السباكة وواحدة للتهديب وأخرى للمعالجة الحرارية كما يبين لنا ذلك الشكل رقم (٣٢).



شكل (٣١): تخطيط للعمل البشرى فى المسبك.



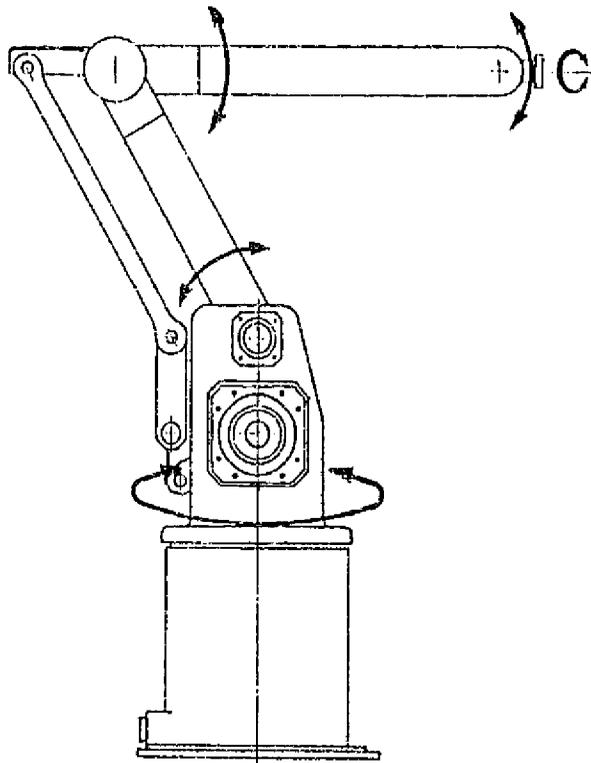
شكل (٣٢): تخطيط لعمل الروبوت فى المسبك.

كما يستطيع الروبوت القيام بعمليات المناولة والتحميل بدلا من عدد من العمال وبمهارة كبيرة ودقة عالية ولمدة طويلة دون تعب. فالصورة (٩) تبين الروبوت يتحرك في حركة دورانية أقل من لفة، ٧٠° ويستطيع القيام بكل الأعمال المنوطة به أمام ماكينات سباكة المعادن وآلة للمكبس وماكينة تفريز وماكينة ثقب وقلوطة واختيار القطعة في نهاية العمليات. ويسمى أسلوب العمل بهذه الطريقة خلية تصنيع. كما أنه في مصنع كبير مؤتمة يعمل به المئات من الماكينات بطريقة تجد عددا من الروبوتات يعملون في عدة خلايا تصنيعية مؤتمة. ولعل مشهد ورشة كبيرة كاملة للحام في مصنع سيارات كبير يقوم بأعمال اللحام كلها به عدد من الروبوتات المبرمجة بدون تدخل الإنسان أثناء العمل هو مشهد كلاسيكي في الدول المتقدمة في صناعة السيارات والطائرات ومركبات الفضاء.

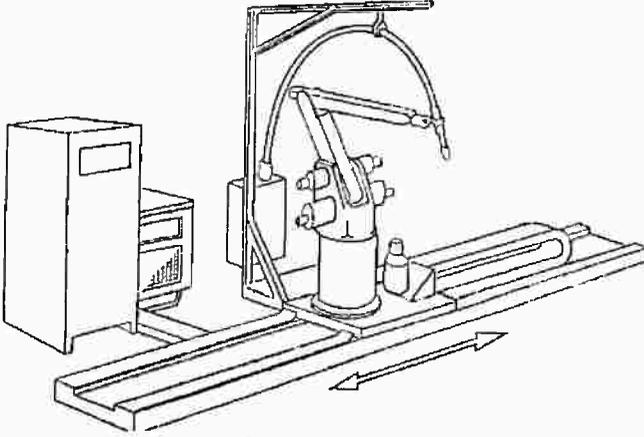
## ٢- الروبوتات في ورش اللحام :

تعتبر عمليات اللحام هي أكثر العمليات الصناعية استخداما للروبوت وخاصة في صناعة السيارات. ولحام القوس الكهربى ولحام النقطة هما أكثر العمليات استخداما. وهذا لا ينفى أن كل عمليات اللحام يمكن تشغيلها بواسطة الروبوت. ويرجع هذا بالدرجة الأولى إلى خطورة عمليات اللحام على الإنسان وعلى العين بصفة خاصة كما أن الحرارة الناتجة من صهر المعادن المختلفة على مقربة من العمل أثناء اللحام تجعلها عملية ذات مخاطر كبيرة كما أن اللحام الكهربى يتم بتيار كهربى عال جدا يشكل خطورة على الإنسان. كما أن عملية اللحام تتم بتركيز عال جدا بين عين العامل واليد المسكة لبروزي اللحام. ويتم اللحام فى فترة من ٢٠ : ٣٠٪ من وقت العملية نتيجة للضبط واختيار اللحام كل فترة قصيرة والباقي من ٧٠ : ٨٠٪ وقت ضائع بواسطة العامل ويسمى وقت التشغيل وهو وقت فتح القوس arc-on time. هذا العيب وحده يدفع بورش اللحام الكبيرة إلى ميكنة عملية اللحام لتخفيض هذه النسبة وقد وجد أن الروبوت يخفض الوقت

الضائع إلى ٢٠٪ من الوقت الكلى بدلا من ٧٠-٨٠٪. في عام ١٩٦٩ استخدمت شركة جنرال موتورز الأمريكية الروبوتات في عمليات اللحام بالنقطة لهياكل السيارات شكل (٣٣). كان على الروبوت أن يميز بين مجموعة مختلفة من الهياكل ويقوم بعمليات اللحام المختلفة لكل نوع في ورشة كالمبينة شكل (٣٤).



شكل (٣٣): روبوط يستخدم في اللحام.



شكل (٢٤): روبوط مزود بأجهزة لحام.

وتحتوى كل خطوة من خطوات اللحام بالنقطة اللازمة على الآتى :

١ - إدخال وحدة اللحام بالروبوطات إلى مكان وصلة اللحام.

٢ - لحام الوصلة.

٣ - مسك الوصلة عند تبريدها.

٤ - فك الوصلة

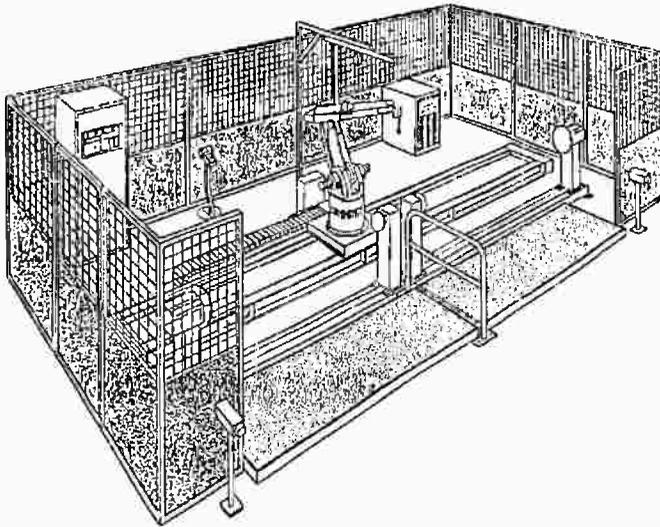
ولابد للروبوط أن يكون نديه القدرة على الحركة للوصلة بأية زاوية وفى أى مكان.

أما الحركات اللازمة لإتمام عمليات اللحام بالنقطة لهياكل السيارات المختلفة فسوف تتم تباعا كالتالى :

١ - تحديد نوع هيكل السيارة.

٢ - التحرك من مواضع السكون للروبوط Home position إلى مكان العمل للحام المجموعة الأولى من اللحامات للهيكل الأول.

- ٣ - تنفيذ اللحام للمجموعة الأولى.
- ٤ - الحركة لمجموعة اللحام من الهياكل الثابتة ثم لحام المجموعة والعودة إلى موضع السكون للروبوت.
- ٥ - تكرار العملية السابقة حتى يتم لحام المجموعات المختلفة لهياكل السيارات المطلوبة.
- ٦ - العودة إلى موضع السكون للروبوت.
- الورشة المذكورة تحتوي على روبوط أمامه وسيلة لتثبيت الشكل وخلفه وحدة التحكم والمولد الكهربى.
- كما يوجد فى مدخل الورشة اثنان من الخلايا الضوئية تعمل فى حالة الاختراق لهما والدخول للورشة. حيث إن هذه الورشة مصممة بحيث إنها أثناء عملية اللحام لا يجوز أن يدخلها أحد حسب تعليمات الأمن. كما يبين الشكل رقم (٣٥) مثبتات لشكمان سيارة.



شكل (٣٥): ورشة لحام بالروبوط مؤمنة.

وتتم عمليات القوس الكهربى عن طريق سلك معدنى أو نانجستون وذلك بصهره. ويمكن أن تتم هذه العملية فى الهواء الطلق أو بواسطة غاز وقائى ليحمى مادة اللحام من التأكسد. تتم العملية بعد اختيار كل معاملات اللحام من تيار كهربائى وسرعة اللحام وبرمجة فى ورشة كالمبيضة شكل (٣٥). ويوجد فى مصر عدد محدود من هذه الورش فى القطاع الخاص.

وتتم خطوات لحام القوس الكهربى بالروبوت كآلاتى:

١ - فتح الغاز الخامل الوقائى.

٢ - تغذية سلك اللحام لمكان وصلة اللحام.

٣ - ضبط مسافة الثغرة بين السلك والوصلة.

٤ - بدء عملية اللحام بالروبوت حسب البرنامج المعد لذلك.

٥ - وقف القوس الكهربى.

٦ - استمرار تدفق الغاز الخامل حتى تبرد الوصلة.

٧ - وقف تدفق الغاز.

٨ - إرجاع الروبوت إلى نقطة البداية.

ويقوم الروبوت بعمليات اللحام المذكورة بصورة أفضل بكثير من الإنسان وبصورة حرارية دقيقة بدون خطأ ولفترة طويلة وكميات كبيرة من اللحامات بدون تعب.

### ٣ - الروبوت فى التصنيع المتطور :

التصنيع المتطور بدأ حينما تطورت ماكينات التشغيل لتعمل أولاً بوحدة التحكم الآلى فى كل حركاتها من خلال برنامج تشغيل بلغة تصنيع خاصة بالماكينة.

حينما تطورت هذه الماكينات بعد الحرب العالمية الثانية عام ١٩٥٠. دخل الروبوت للصناعة بشكل منثور عام ١٩٦١ ولكنه فى بداية السبعينات حينما أصبحت النظرة إلى التطور فى شكل نظام تصديعى يضم أكثر من ماكينة مختلفة تعمل معا لأشكال مختلفة يسيطر عليها حاسب واحد . كانت الخطوة التالية هى مساهمة الروبوت فى التحميل والربط وإضافته للعمل مع كل ماكينة بصورة منفصلة . أو العمل مع أكثر من ماكينة فى وقت واحد حسب مساحة العمل وتخطيط موقع الماكينة أو أكثر مع الروبوت وهو ما يسمى خليه تصنيع . الصورة (١٠) توضح هذه الخلية بين روبوت وماكينة قطع معادن رقمية مسيطر عليها بحاسب ووحدة تحكم لقطع الأشكال المعدنية المستديرة . يقوم الروبوت هنا بحمل المادة الخام من موقع التحميل بجوار الماكينة إلى الطرف المتحرك بالماكينة . وعند نهاية التشغيل يقوم الروبوت بفك القطعة النهائية من الماكينة إلى موقع القطع المشغلة بجوار الماكينة . تتم هذه العمليات من خلال برنامج للروبوت بتوقيتات محددة تتزامن مع وقت التصنيع على هذه الماكينة بواسطة حاسب مشترك للخلية كلها .

أما فى نظم التصنيع الكبيرة التى تحتوى على أكثر من خلية تصنيع مثل النظم المرنة والنظم المتكاملة فإنها تحتاج إلى عدد كبير من الروبوتات حسب حجم المصنع وعدد الماكينات ووظائف الروبوتات داخل هذا النظام .

الصورة (١١) تبين نظاما تصنيعيا مرنا يعمل به ماكينات إحداها مخرطة رقمية متصلة بالحاسب والأخرى ماكينة تفريز رقمية بالحاسب بينهما ناقلان بالسيور ١ ، ٢ ويعمل بين المخرطة والناقل الأول روبوت للنقل والتحميل . وكذلك يعمل الروبوت الثانى بين الناقل الرئيسى و«تراييزة» تقسيم عليها العديد من الخامات الخاصة بالفريزة . ينقلها روبوت رابع يوجد به وحدة تحكم رئيسية لهذا النظام وحاسب كبير لإدارة هذه العمليات .

يقوم الروبوت داخل أنظمة التصنيع المتقدمة بالأعمال التالية :

١ - التحميل والفك على الماكينات.

٢ - نقل الأجزاء.

٣ - تجميع الأجزاء الصغيرة.

٤ - تجميع الإلكترونيات.

٥ - تشغيل الأجزاء.

٦ - التخزين

### ١- التحميل والفك على الماكينات Loading and unloading

المثال السابق لخلية التصنيع الذى يعمل معها روبوت هو مثال للتحميل والفك على ماكينة تشغيل رقمية. ويمكن أن يمتد ذلك إلى حالة النظم الصناعية للعمل أيضا مع وسائل أخرى مثل الناقلات والترابيزات المختلفة. والتحميل يحتاج إلى دقة عالية فى الضبط ووقت من العامل، يقوم بها الروبوت المبرمج فى وقت أقل وبدقة كبيرة وبلا تعب وبتكرارية دقيقة. ويمكن للروبوت أن يجيز للقطعة التالية قبل الانتهاء من القطعة السابقة إذا لم يستعمل فى فكها. وعموما فإن وقت الانتظار للروبوت داخل أنظمة التصنيع أقل بكثير من استخدام العامل البشرى. الصورة (١٢) تبين مثلا آخر لهذه العملية.

### ٢- نقل الأجزاء Parts Transfer

يقوم الروبوت فى هذه الأنظمة بنقل الخامات و العدد والقطع المشغلة من منصة نقالة إلى مخزن أو إلى ناقل ومن مخزن إلى منصة نقالة. وكذلك ترصيص العدد والخامات داخل المخازن وأيضا نقل المواد والخامات من سير ناقل إلى سير آخر بدقة وتكرار دون مثل أو تعب. والروبوت له نظام تعليمى خاص. يمسك الروبوت من النهاية الطرفية ويوجه يدويا إلى كل الأماكن التى سيذهب إليها. ويقوم هو

بتخزين هذه المعلومات ثم يقوم بتكرارها أى عدد من المرات بنفس الطريقة والدقة.

### ٣- تجميع الأجزاء الصغيرة Small Parts Assembling

يحتاج تجميع الأجزاء الصغيرة إلى نظام آلى مؤتمة معقد غالى التكلفة. ولكى يعمل بصورة اقتصادية يجب أن يكون حجم العمل لا يقل عن تركيب مليون جزء صغير سنويا لمدة ثلاث سنوات. وهو نظام ثابت لنوع معين من التركيبات. فإذا تغير فلا بد أن يتغير النظام الآلى كله. أما الروبوت فهو يعمل حسب برنامج التركيب الموجود لقطعه ما. فإذا تغيرت الأجزاء المطلوب تركيبها تَغَيَّر البرنامج. ويعمل الروبوت بنفس الكفاءة فى النظام الجديد. وأيضاً من مميزات الروبوت أنه يعمل بصورة اقتصادية فى عدد محدود من القطع ثم يبرمج لعمل آخر وهكذا. تقوم شركة جنرال موتورز بتشغيل الروبوت فى تركيب الأجزاء الصغيرة فى السيارات مثل مغذى الوقود والأضواء الخلفية. كما يستخدم فى صناعة التليفونات. تبين الصورة رقم (١٣) روبوطاً يستخدم فى تجميع الأجزاء الصغيرة. يرى الروبوت وهو يحمل قطعة صغيرة يستطيع حملها وتركيبها بدقة عالية فى أى مكان أو مع أى جزء. كما توجد الوحدة التعليمية بين الروبوت ووحدة القوى الكهربائية.

### ٤- تجميع الإلكترونيات Electronic Assembling

يستخدم الروبوت أيضاً فى التصنيع المتقدم فى تركيب القطع الإلكترونية على اللوحات ويكون دور الروبوت هنا هو الذهاب إلى أماكن القطع الصغيرة واختيارها حسب التسلسل و الذهاب بها إلى أماكنها بالضبط على اللوحة ثم لحامها ويمكن للروبوت تجميع الأجزاء الصغيرة داخل وحدات كبيرة وكذلك فإنه يستعمل فى تركيب القرص الصلب وبعض أجزاء الحاسب الأخرى ويستطيع روبوط كالمبين فى الصورة (١٤) تجميع الأجزاء الإلكترونية مع القاعدة المبينة.

## ٥- تشغيل الأجزاء Machining

يستطيع الروبوت القيام ببعض عمليات التشغيل أيضا. ويفضل في هذه الحالة أن يحتوى الروبوت على أجهزة للحس وللرؤية ليتمكن من تحديد مكان العمل بدقة والعمليات الشائعة التي يقوم بها الروبوت الآن هي عمليات الثقب والقلوطة وكذلك عمليات قطع الخامات بالنشر وأيضا عمليات التجليخ هذا بالإضافة إلى عمليات المناولة والمساعدة في تشكيل الألواح المعدنية.

## ٦- التخزين Storage

يستخدم الروبوت مكان الروافع في التخزين حيث يستطيع الانتقاء من العربات الآلية أو الناقلات ووضع الأجزاء في مكانها بالمخزن . وأيضا يستطيع تفريغ الأشياء من مكانها بالمخزن ووضعها في أماكن النقل وغالبا ما يستخدم مع الروبوت عربات موجهة آليا Automated Guided vehicle أيضا مبرمجة مثل الروبوت بحيث تعمل معه في خلية نقل داخل المخازن. والروبوت له دور كبير في مصنع المستقبل ذلك المصنع الذي يحلم به المهندسون وهو إنشاء مصنع لا يعمل به إنسان. وعلى رغم أن هذا المصنع موجود في أمريكا وفي اليابان وهو يعمل بدون إنسان لفترة محدودة ورتينين مثلا ثم في الوردية الثالثة يعمل الإنسان للتأكد من سير العمل وأجراء الاختبارات. مثل هذه المصانع سوف يكون الروبوت هو البديل للإنسان من حيث المساعدة في العمليات الصناعية من تشغيل إلى تحميل إلى فحص إلى تخزين كما ذكرنا سلفا وكذلك الرقابة الجيدة على العيوب أو عمليات الإيقاف الاضطرارية وكذلك تغيير الخامات ونوعية المنتج. سوف يكون للروبوت الدور الأكبر في الميكنة الكلية لمصنع يعمل بدون إنسان.

## ٤- عمليات الطلاء بالرش Painting

من أهم العمليات التي يستخدم فيها الروبوت هي الطلاء بالرش وتنتشر هذه العمليات في صناعة السيارات. تمتاز الحركة بالروبوت للطلاء بأنها حركة منتظمة

محسوبة حسب محيط هيكل السيارة أو أجنابها. تكون تغذية آلة الرش المسوكة بالنهاية المؤثرة للروبوت لكى تعطى دهانا متجانسا لامعا. ويحمى استخدام الروبوت فى عملية الطلاء العاملين من الظروف السيئة التى يعملون بها ومن انتشار الغازات فى محيط العمل. إذ إن كل هذه الظروف لا تؤثر على الروبوت بل وتعطى دهانات أكثر لمعانا وأسرع وأكثر وفرا من تكلفة العامل العالية فى هذا المجال.

### ثانيا : العمليات غير الإنتاجية للروبوت:

تشمل العمليات غير الإنتاجية العمليات خارج حقول الصناعة وهى تحتوى على :

١ - الأعمال الطبية.

٢ - الفن والمسرح.

٣ - أعمال البناء.

٤ - أعمال تحت الماء.

٥ - أبحاث الفضاء.

٦ - العمليات الحربية

### ١- الأعمال الطبية Medicine Works

يستخدم الروبوت منذ عام ١٩٨٥ كمساعد فى العامل الطبية وتحليل الفيتامينات والمعادن والسرعات الحرارية للطعام. كما يستخدم أيضا فى تحاليل الدم. وفى كاليفورنيا طور البروفيسور بيك سان كوه Yik san Kwoh فى المركز الطبى للذاكرة روبوطاً لمساعدته فى عمليات جراحة الأعصاب. واحتاج البروفيسور كوه الروبوت لعمل ثقب صغير فى جمجمة المريض لإدخال منظار ليجمع معلومات عن المرض وإرسالها للحاسب. إذ يستطيع الروبوت أن يحمل أجهزة دقيقة ويتحرك بدقة كبيرة من خلال برنامج أفضل من الإنسان. وكان البديل لعدم استخدام الروبوت هو إزالة جزء فى داخل الجمجمة لإجراء العملية.

كما يقوم الروبوت بعمل ثقب فى العظام عند إحلال وصلة اصطناعية للخذل لأن الروبوت أكثر دقة وأضمن لنجاح العملية الجراحية من استعمال الإنسان لهذه الآلات الدقيقة فى الأماكن الحرجة. والروبوت الطبى يزود بأجهزة تنفس ويستعمل كجهاز تماثلى للإنسان يجرى عليه عملية اختبارات على التنفس ويمكن أن يقوم الروبوت فى المستشفيات بخدمة المرضى حيث وجد أن كثيرا من المرضى يعانين آلام الفقرات وأسفل الظهر نتيجة لحمل المرضى والعناية بهم. لذا وجد ضرورة تطوير روبوت للعناية الصحية يستخدم فى الأعمال التى تتطلب قوه عضلية كبيرة. فى هذه الحالة يجب تصميم الأسيرة حسب ارتفاع الروبوت وأن يكون عرض السرير بحيث يمكن للروبوت الوصول إلى أى مكان فى جسم المريض. وفى هذه الحالات لابد أن يكون الروبوت نقالا أى يتحرك على عربة مبرمجة. أيضا يمكن للروبوت أن يساعد فى إعداد الطعام وخدمة المرضى أثناء الأكل كما ذكر فى حالة الروبوت السفرجى كما أن الروبوت يستطيع مساعدة المرضى فى أعمال أخرى دون أن ينافسهم فى سوق العمل. وتستخدم بعض أنواع الروبوت الذكية التى تكون لها القدرة فى التعامل مع المرضى ومعرفة متطلباتهم كما أنه تم تطوير روبوتات لتعويض فاقدى البصر وقيادتهم فى الطريق وكذلك استخدم الروبوت لتعويض فاقدى الأطراف والمعوقين لإعطائهم القدرة على استمرار الحياة والتمتع بها وذلك بتطوير آليات ميكاترونيكية.

## ٢ - الروبوت فى الفن والمسرح :

طورت اليابان روبوتا يقوم برسم الأشخاص بالقلم ومن الممكن أيضا تطويره ليعمل بالفرشة والألوان. يعتمد هذا النظام على كاميرا متصلة بكمبيوتر يتم عن طريقها إدخال الصورة إلى الكمبيوتر. تتحول الصورة إلى بيانات رقمية تتحول إلى برنامج للروبوت عبارة عن أوامر تصف الشكل فيبدأ الروبوت الرسم بالقلم الذى يعتبر هو العدة المسوكة بالمؤثر النهائى End effector.

وتكون اللوحة موجودة أمامه وهذه العملية تماثل عملية لحام القوس الكهربائي. كما طورت اليابان مجموعة من الروبوتات تقوم بالأعمال المسرحية وقد ظهرت فى معرض تسوكوبا العالمى عام ١٩٨٥ روبوتات تمثل على المسرح.

أيضا تم تطوير روبوت للعزف الموسيقى حيث يتم العزف عن طريق التحكم فى أصابع الروبوت التى تعزف على آلة البيانو أو الأورج ببرنامج مكتوب للقطعة الموسيقية. تكون وظيفته الضغط والحركة على الآلة الموسيقية مثل العازف تماما. وهكذا أمكن عزف موسيقى الجاز بسرعات كبيرة لحركة أصابع الروبوت أو الموسيقية الكلاسيك. وفى بعض الأحيان تم تطوير أجهزة للرؤية وقراءة النوتة الموسيقية ثم تحويلها إلى برنامج لتحريك أصابع الروبوت. كما يستخدم الروبوت أيضا فى عمل الإعلان والتسويق أمام المحلات التجارية خاصة فى موسم الأوكازيون ويقوم الروبوت بجذب الناس لشراء المعروضات بعد العرض الشيق للمنتجات.

### ٣- الروبوت فى أعمال البناء **Building works**

تجرى أبحاث كثيرة ومحاولات لإدخال الروبوت فى جميع أعمال البناء سابقة التجهيز. ويقوم حاليا الروبوت بتجهيز حديد التسليح قبل صب الحوائط عليه بالمصانع. كما يقوم بعمليات التشطيب داخل المباني. أما تركيب الحوائط فهذه حتى الآن مهمة شاقة على الروبوت وتحتاج إلى أوناش عالية ولكن المحاولات جارية لإدخال هذه الخطوة عالم الروبوت. وتهتم جامعة واسيدا باليابان بتطوير هذه النوع من الروبوت.

### ٤- الروبوت فى أعمال وبحوث تحت الماء **Under water Researches**

قام الروبوت فى حادثة طائرة البوينج المصرية التى انفجرت على الساحل الشرقى لأمريكا فى عملية البحث عن الصندوقين الأسودين فى المحيط الأطلنطى

وقد وجدتهما وقام بانتشالهما. والروبوت الذى يعمل تحت المياه مزود بكاميرات تليفزيونية ومزودة بعدة أرجل ويشبه ماكينة المشى وقد صمم فى اليابان أيضا ليعمل تحت عمق ٢٠٠ متر من سطح البحر. ويتحرك بسرعة عالية مزودا بآلة تصوير وماكينات الإنارة. وقد ساهم فى إنشاء جسر عملاق بين جزيرتين فى اليابان. يستطيع هذا النوع من الروبوت مراقبة السفن وحركة الأمواج وإزالة الأنغام وعمليات كثيرة شاقة على الإنسان تحت الماء.

### ٥ - الروبوت فى أبحاث الفضاء Space Researches

فى أبحاث مشتركة بين مؤسسة ناسا لأبحاث الفضاء الأمريكية والجامعات الكندية تم تطوير مناوول ميكانيكى بطول ٥٠ قدما عام ١٩٨٢ فى كندا وتركيبه فى مكوك الفضاء الأمريكى كولومبيا أثناء رحلة المكوك إلى القمر. وتم فى هذه المرحلة تجربة السيطرة على موقع المكوك بواسطة المناوول الميكانيكى بمساعدة كاميرا تليفزيونية متصلة به. أما المرحلة التالية لمكوك الفضاء كولومبيا والمناوول الميكانيكى فقد صممت الذراع بحيث إنها تستطيع أن تحمل عينة من تربة القمر بواسطة النهاية المؤثرة للمناوول الميكانيكى للروبوت. وفى مرحلة أخرى تم إجراء تجربة لوضع المكوك فى مداره وضبطه وإعادة السيطرة عليه والعودة به لمداره الصحيح. كما استخدم الروبوت أيضا فى أبحاث الفضاء للكواكب مثل المريخ. عند هبوط مركبة الفضاء فيكينج (٢) Viking على كوكب المريخ عام ١٩٧٦ وعند محاولة اكتشاف المريخ عام ١٩٩٢ بالمركبة روفر Rover لتى أخذت معظم قراراتها بمفردها بدون الرجوع إلى غرفة القيادة بالأرض على غير ما كانت عليه المركبة فيكينج (١). وحيث إن إصلاحات المحطات الفضائية يتم فى الفضاء فى المستقبل القريب سوف يدخل الروبوت للعمل فى هذه المحطات والقيام بدور هام فى أبحاث الفضاء ومتطلباته.

## ٦ - الروبوتات الحربية Military Robots

تصرف مبالغ طائلة على الأبحاث العسكرية الخاصة بالروبوتات. يستعمل الروبوت الآن فى مجال الطيران الآلى بدون طيار وينحكم فى الطائرة على بعد مئات الكيلومترات. وكذلك يستخدم التحكم لمسافات قليلة بالروبوت فى الغواصات البحرية. كما تطور الآن أبحاث لاستخدام الروبوت فى عمليات المدفعية وكذلك إنشاء دبابة روبوتية لها حجم أقل وامكانيات أكبر وتعمل بالتحكم الآلى من بعد وبدون جندى.

تستخدم القوات المسلحة الأمريكية روبوت يسمى «مانى» Manny يتكلم ويعيش ويدفع الأشياء لأعلى ويتدرب الروبوت الجندى لوضع الأغطية والأقمشة. كما أن الروبوت الجندى يتنفس ويستخدم كجهاز تماثلى متصل بحاسب يستخدم للتدريب و الأبحاث. الخطورة فى الروبوتات العسكرية هى أنه إذا توصلت الأبحاث العسكرية إلى إحلال الروبوت فى معظم العمليات العسكرية مكان جندى المشاة على المدفع والدبابة كما هو الآن على الطائرة والغواصة. فإن الدول المتقدمة سوف تدفع بهذه الجيوش الروبوتية إلى الدول المتخلفة لمحاربتهم والقضاء عليهم بالروبوتات العسكرية. وسبق أن أجريت مناورات عسكرية بوحدة قيادة من بعد وعلى أجهزة تماثلية ليكمل هذا السيناريو شكلاً رهيباً للحرب القادمة بين التقدم والتخلف.

### ثالثاً : التطبيقات المستقبلية للروبوت :

يجرى الآن تطوير بعض التطبيقات الأخرى للروبوت مثل جمع القمامة - الإعداد السريع للطعام وتوصيله - الخدمة فى محطات الوقود - رعاية الحيوانات- صيانة محطات الطاقة النووية - تنظيف الأطباق والمطابخ - حراسة المنازل - البوسطجى - قطع اللحوم - تقليم الأشجار - تنظيف حمامات

السباحة - الأعمال المكتبية وهذا سوف يحقق مقولة كارل كايبيك: إن الروبوت سوف يسيطر على الحياة البشرية.

يمكن أيضاً للروبوت أن يعمل في الحقول التالية:

١- المناجم. ٢- الشرطة.

٣- إطفاء الحريق. ٤- الخدمات المنزلية.

### ١- المناجم Mining

العمل في المناجم يشكل خطورة كبيرة على العاملين به خاصة مناجم الفحم حيث الغازات السامة التي تسبب أمراض الرئة. كذلك التفجيرات المستمرة ونواتجها الضارة على صحة الإنسان. في عام ١٩٦٠ صمم أحد العاملين بالمناجم جوى بوش بوطون Joy Push button نظاما يعمل بدون إنسان للثقب فى خام الفحم على درجات. وكانت هذه المنظومة موجهة من بعد . وقد فشلت بسبب تكلفتها العالية وتطبيقاتها المحدودة ومشاكل صيانتها. ويمكن استخدام الروبوت داخل مناجم الفحم كالتالى:

١ - القطع فى أسفل عرق الفحم.

٢ - ثقب فتحات لوضع عبوات التفجير.

٣ - النسف بالتفجيرات.

٤ - تثبيت سقف المنجم.

٥ - سحب الفحم.

توجد الآن ماكينات للقطع والسحب ولكنها تحتاج إلى عامل يمكن بدلا منها تصميم روبوت للقيام بهذه المهمة.

كما أن مناجم الذهب والبلاطين والماس تصل أعماقها إلى أكثر من ثلاثة كيلو مترات تصل فيها درجات الحرارة إلى درجة كبيرة جدا صعبة على الإنسان ويمكن للروبوت العمل فى هذه الأماكن بتلك الظروف.

## ٢- الشرطة Police

يمكن للروبوت مساعدة رجال الشرطة فى الوصول إلى الأماكن التى يختبئ بها المجرمون سواء وراء متاريس أم فى أماكن خطيرة. أيضا يمكن استخدامه فى الكشف عن المفرقات واستخدام القنابل كما يمكن مساعدة رجل الشرطة فى العلاقات العامة. يمكن للروبوت أن يعمل رجل أمن على أن يزود بأجهزة تعمل بالأشعة تحت الحمراء والموجات فوق الصوتية لحمايته إذا ما تعرض إلى مخاطر.

## ٣- إطفاء الحريق Fire Fighting

أعمال الإطفاء من الأعمال الخطيرة على الإنسان ويمكن تصميم روبوت مسيطر عليه من بعد للعمل فى إطفاء الحريق وفى الأماكن التى تكون بها نسبة الأكسجين منخفضة أو أدخنة كثيرة تشكل خطورة على الإنسان.

## ٤- الخدمات المنزلية Home Service

توجد حقول أخرى يتم تطوير استخدامات الروبوت فيها. منها الخدمة المنزلية التى سوف تلقى رواجاً كبيراً من سيدات المنازل والعاملات باستخدام روبوت للقيام بدلا منهن فى أعمال النظافة والطهى. وربما مستقبلاً شراء احتياجاتها من المتاجر ومحلات السوبر ماركت دون أن يتذمر أو يتعب وبدون الحاجة إلى مكان يعيش فيه أو مأكلا سوى أعمال الصيانة. وإذا كان الروبوت مستقبلاً أكثر ذكاء فإنه يستطيع أن يقوم بصيانة نفسه بنفسه دون الحاجة للذهاب لمركز الصيانة الذى يمكن أن يذهب إليه وحده إذا كان قريباً أو شعر بالحاجة إليه .