

برمجة الروبوت

ROBOT PROGRAMMING

توجد لغات كثيرة لبرمجة الروبوت كما توجد أيضا طرق ثلاث مختلفة لبرمجة الروبوت. الهدف من اللغات هو توليد البيانات الخاصة بحركة الروبوت عند الماسك Gripper إلى المسار الذى سوف يتم عن طريقه العمل المكلف به الروبوت سواء كان نقلًا - لحامًا - دهانًا .. الخ .

ويشمل البرنامج أيضا على أوامر للأجهزة المساعدة. فإذا كان الروبوت للحام فلا بد من بيانات للمولد الكهربى من شدة تيار وضغط كهربى وفتح أنابيب الغاز. وفى الدهان يحتاج إلى فتح أنابيب الدهان وكذلك قفل وفتح الماسك والوقفات والسرعات والذهاب إلى نقطة الأصل Home الثابتة لكل روبوت. وهى نقطة الأساس الذى يتحرك من عندها ماسك الروبوت إلى أى مكان فى الفراغ.

كذلك يمكن للروبوت أن يستخدم عمليات فرعية تسمى Subroutines تساعده فى إنشاء البرنامج وتكون مخزنة إما فى وحدة التحكم للروبوت وإما فى كاسيت خارجى يلحق بوحدة التحكم أثناء إدخال هذه البرامج الفرعية. عام ١٩٨١ طورت جامعة ستانفورد Stanford بأمرىكا لغة AL كما طورت جامعة بورديو Purdu برنامج PAL وطورت IBM لغتى Autopass و لغة AML. كما أن من أهم اللغات التجارية لغة VAL.

يوجد ثلاث طرق رئيسية لبرمجة الروبوت:

- ١- التعليم اليدوى.
- ٢ - التعليم أثناء القيادة.
- ٣ - لغات البرمجة.

١- التعليم اليدوى Manual Teaching

يعتبر هذا النوع من البرمجة أبسط الأنواع. إذ غالباً ما يستخدم فى البرمجة من نقطة إلى نقطة. إذ يستخدم هذا النوع من التعليم فى تحريك الروبوت عن طريق وحدة التحكم يدويا لكل محور على حدة إلى أن تنتهى جميع الحركات بالذهاب إلى الماسك أو القطعة أو العدة فى المكان المرغوب.

تعطى جميع الأوامر إلى الوحدة التعليمية اليدوية بواسطة العامل عن طريق لوحة المفاتيح وتخزن كل نقطة يصل إليها ذراع الروبوت عن طريق وحدة التحكم. ثم تكرر العملية إلى النقطة الثانية والثالثة وهكذا. وعند إعادة البرنامج نجد أن الروبوت يتحرك إلى النقاط المسجلة بسرعات مختلفة من نقطة إلى نقطة أخرى. لذا نجد أن هذه الطريقة عديمة النفع عند برمجة مسار دائرى مثلا إلا إذا كان برنامج هذا المسار يدويا وقسم إلى نقاط كثيرة.

الصورة رقم (١٥) تبين جهاز التعليم الملحق بوحدة التحكم للماكينة. وهو يقوم بإدخال البيانات عن حركات الروبوت إلى وحدة التحكم الرئيسية وتخزينها فى حالة ما إذا كانت النقاط والحركات الداخلة سوف تتكرر. ويعمل هذا الجهاز بثلاث طرق رئيسية:

١- طريقة التعليم Teach

٢- طريقة الاختبار Test

٣- طريقة التكرار Repeat

كما يستخدم جهاز التعليم جميع البيانات الأخرى الخاصة ببرمجة هذا النوع من الروبوت. فمثلا يمكن عند كل خطوة تحديد سرعة التغذية والتيار الكهربائى فى حالة اللحام وفتح وقفل الماسك وفترات السكون للحركة.

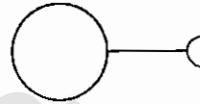
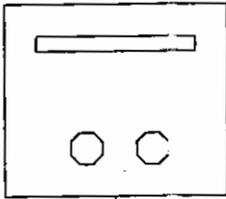
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○			

مؤشرات الإحداثيات

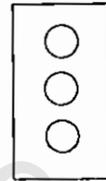
أوامر التحريك

الوقوف الطارئ

جهاز التعليم للروبوت



المسير



جهاز التعليم

القطع المطلوب تحريكها



شكل رقم (٣٦) جهاز تعليم الروبوت في خلية عمل.

أما طريقة الاختبار Test فهي تعنى أن البرنامج الذى وضعه فريق التعليم يعاد اختباره خطوة خطوة ليتمكن المبرمج من مشاهدة الحركات التى أدخلت لوحدة التحكم مرة أخرى ومعها عوامل التشغيل من سرعة إلى فتح وقفل الماسك وخلافه. فإذا ما وجد ضرورة لتغيير أى من هذه الخطوات أو العوامل المذكورة فيمكن تغييرها. المرحلة الثالثة هى مرحلة التكرار وهى مرحلة التشغيل الفعلى للروبوت. إذ بعد أن يقوم المبرمج بالتعليم والاختيار لا يبقى سوى التشغيل والدخول فى مرحلة الإنتاج أو العمل للروبوت.

٢ - التعليم أثناء القيادة Lead Through Teaching

قد يتصور البعض أن أسهل طريقة لبرمجة الروبوت هى مسك ذراع الروبوت وقيادتها إلى المسارات المطلوبة بالسرعات والعوامل التى تحتاجها عمليات الروبوت. هذا صحيح ولكن فى المسارات المستقيمة أو المائلة أو المتقطعة من نقطة إلى نقطة. أما إذا أخذ مسار الروبوت غير ذلك مثل اللحم أو الدهانات كأن تكون المسارات منحنية أو دائرية. فسوف يكون من المستحيل فى بعض نظم الروبوت الميكانيكية تحريك الذراع يدوياً على هذه المسارات. لذلك تم تصميم روبوت يعمل بذراع آخر متصل بالروبوت شكل (٣٦) ليس له طاقة لإدارته ميكانيكياً ولكنه يعمل يدوياً وامتصلاً بالذراع الرئيسى للروبوت الذى يعمل معه بالتوازي.

ولهذه الطريقة من البرمجة عيوبها أهمها :

١ - أن كل حركة من الحركات التعليمية للروبوت تسجل. ولهذا فإن أى حركة غير مقصودة أيضاً ستسجل. ولهذا فإن جهاز التعليم لا بد أن يكون له القدرة على إزالة مثل هذه الحركات.

٢ - حيث إن التعليم يتم يدوياً فإن المسارات إذا كانت دقيقة فإنه يصعب إدخالها أيضاً بهذه الطريقة.

- ٣ - صعوبة الحصول على سرعة ثابتة على المسار أو حتى السرعة المطلوبة.
- ٤ - يحتاج الروبوت إلى ذاكرة كبيرة لتسجيل كل الحركات والبيانات المطلوبة أثناء التعليم.
- ٥ - وجود يد أخرى تماثلية سيكون حملا على الروبوت في كل تحركاته.
- هذه الطريقة شائعة الاستعمال فى الروبوت الذى يستخدم فى الدهان بالرش لأجزاء السيارات وفى منتجات أخرى.

٣ - لغات البرمجة Programming Languages

بالإضافة إلى ما ذكر سالفا من اللغات فإن أوائل البرامج التى استخدمت للروبوت برنامج (الضبط الميكانيكى) mechanical Set up الذى كان يستخدم الوسائل الميكانيكية لضبط البرنامج ثم برنامج تسجيل نقطة - نقطة Point To Point Recording. وهو كما ذكرنا ضبط إحدائيات الروبوت من مكان إلى مكان ثم برنامج القيادة خلال الواجب. ثم بعض اللغات عالية المستوى مثل برنامج (العدد المبرمجة آليا) Automatically Programmed Tools (APT) الذى استعمل أيضا فى برمجة ماكينات التشغيل الرقمية. وبرنامج Wave عام ١٩٧٣ فى المعمل الاصطناعى بستانفورود وبرنامج Andro text - Armbasic - Rail - Rpl ولعل أشهر هذه البرامج هو البرنامج الذى طوره شركة Unimation وهو يصلح للبرمجة المباشرة On line والبرمجة غير المباشرة Off Line ويصلح أيضا للاستخدام من خلال المجسات. وأجهزة الرؤية فى الروبوت. استخدمت لغة VAL فى برمجة جيل Unimate 500 بشركة جنرال موتورز General Motors

١ - لغة VAL للروبوت

تحتوى لغة VAL على الخواص التالية:

- ١- يعمل فى الوقت المثالى Real time.

- ٢- يعمل على أساس إعطاء المعلومات للبرنامج إما عن طريق إحداثيات اليد وإما إصدار الأوامر إلى مفصلات الروبوت.
- ٣- يحتوى على أوامر إصدار مثل الإضافة والإلغاء والإحلال.
- ٤- يبنى على أساس معرفة العيوب وتحديدها وذلك باختبار أجزاء الروبوت لمعرفةا.
- ٥- يحتوى على مقاييس للسرعة حيث يمكن أن يعمل الروبوت بسرعة صغيرة وتزداد تدريجيا أو العكس.
- ٦- يمكن التدخل فى برمجة الروبوت وتغيرها أثناء عمل الروبوت .
- ٧- البيانات الداخلة والخارجة متداخلة فيما بينها.
- ٨- يوجد اقتراب آلى للنقاط وابتعاد آلى عنها أيضا.
- ٩- يمكنه التوافق مع مكان ووضع القطعة التى سيتعامل معها الروبوت.
- ١٠- يسمح بإدخال قرص من الخارج لبرنامج مكتوب عليه غير مباشر Off line .
- ١١- يسمح ببرمجة المسار المستمر بسرعة ثابتة للعدة.
- ١٢- يسمح بإدخال وحدات حسية.
- ١٣- يسمح بالعمل مع الحاسب الشخصى.

بعض أوامر لغة VAL

- | | |
|----------------|-------------------|
| ١- حركة Move | ٢- سرعة Speed |
| ٣- اقل Close | ٤- افتح Open |
| ٥- ارفع Approx | ٦- انتقال Departs |

والبرنامج كالتالى :

اسم البرنامج	Edit Box
١- التحرك لموقع أعلى ٥٠ مم من الجسم	1- Appros Part 50
٢- التحرك بخط مستقيم للجسم	2- moves part
٣- غلق الماسك	3- close I
٤- رفع الجسم ١٥٠ مم	4- Departs 150
٥- التحرك بخط مستقيم لموقع ٢٠٠ مم أعلى الصندوق	5- Appros Box , 200
٦- حركة القطعة ووضعها فى الصندوق	6- Move Box
٧- فتح الماسك	7- open I
٨- الانتقال ٧٥ مم	8- Depart 75

٢- لغة APT للروبوت

لغة APT تستعمل لماكينات التشغيل الرقمية CNC كما تستخدم أيضاً للروبوت إذا كان سيقوم بعمليات قطع وتشغيل للمعادن .

بعض أوامر لغة APT

١- النقطة س.ص.ع (إحداثيات النقطة)	1- Point (X,Y,Z)
٢- الدائرة إحداثيات المركز ونصف القطر	2- Circle /X,Y,Z,R/
٣- عدة القطع ورقمها	3- Cutter /n/
٤- من / وضع النقطة	4- from/set pt
٥- التغذية / قيمتها	5- Feed /m/

6- Rapid	٦- تغذية سريعة
7- Go to	٧- اذهب إلى
8- Go to lft	٨- اذهب يساراً
9- Go to Rt	٩- اذهب يميناً
10- Stop	١٠- قف
11- End	١١- نهاية البرنامج
12- Fin	١٢- نهاية العمل
13- Spindle/V	١٣- سرعة العمود الرئيسي/ قيمة السرعة متر/دقيقة
14- Clock wise = CW	١٤- اتجاه عقرب الساعة
15- Counter clock wise CCW	١٥- اتجاه عكس عقارب الساعة

مثال لروبوت يقطع مجرى دائرية في أسطوانة بلغة APT

يبدأ برنامج APT بالتعريف الهندسي للنقاط والدوائر ثم يعطى أوامر الحركة للنقاط والإيقاف المعرفة.

- Part No	- رقم الجملة
- set pt = Point 10,18,24	- نقطة البداية ١٠ ، ١٨ ، ٢٤
- C1 = CIRCLE / 72,36,24,36	- إحداثيات الدائرة ونصف القطر (٣٦ ، ٢٤ ، ٣٦ ، ٧٢)
- P1 = POINT / 41. 8231,18,24	- النقطة P1 إحداثياتها ٢٤،١٨ ، ٤١،٨٢٣١

- P2 = POINT 41.8231, 54,24 - النقطة P2 إحداثياتها
٢٤,٥٤ ، ٤١٠٨٢٣١
- Slot Cutting انتهى وضع الإحداثيات الهندسية
للمحركات
أوامر الحركة:
- cutter / 4 ثم يبدأ وضع أوامر التحرك للبرنامج
- Form / Set pt - رقم عدة القطع / ٤
- Spindle/ 600, CCW - من / نقطة البداية
- Fedrate/Rapid - سرعة العمود الرئيسي للماكينة /
٦٠٠متر / دقيقة واتجاه عكس
عقرب الساعة
- Go to, P1 - سرعة التغذية / سريعة
- Fedrate /10 - اذهب للنقطة P1
- Go to lft / C1 - سرعة التغذية / ١٠م / ثانية
- fedrate / Rapid - اذهب يسار / مركز الدائرة C1
- Go to / Set pt - تحرك بسرعة تغذية / سريعة
- Stop - اذهب إلى / نقطة البداية
- End - قف
- Finl - نهاية البرنامج
- - نهاية العمل

٣- لغة RAIL للروبوت

طورت هذه اللغة لاستخدامات الروبوت وممها أجهزة الرؤية. وتستخدم للبرمجة المباشرة On Line وغير المباشرة Off Line كما تستخدم طريقة التوجيه أثناء المشى.

بعض أوامر لغة RAIL

Begin	بداية البرنامج
Open	افتح الماسك
End	النهاية
Approach (x) From line (n)	اقترب مسافة (س) من الخط رقم (ن)
Move Line (X) with speed (V)	تحرك خطياً بمقدار (س) بسرعة (ع)
Close	اغلق الماسك
Depart (X)	ارفع القطعة (س)
Get the Part	امسك الجزء
Put down Part	ضع الجزء
Press	مكبس
Belt	سير

مثال لروبوت يمسك ويضع منتج بلغة RAIL

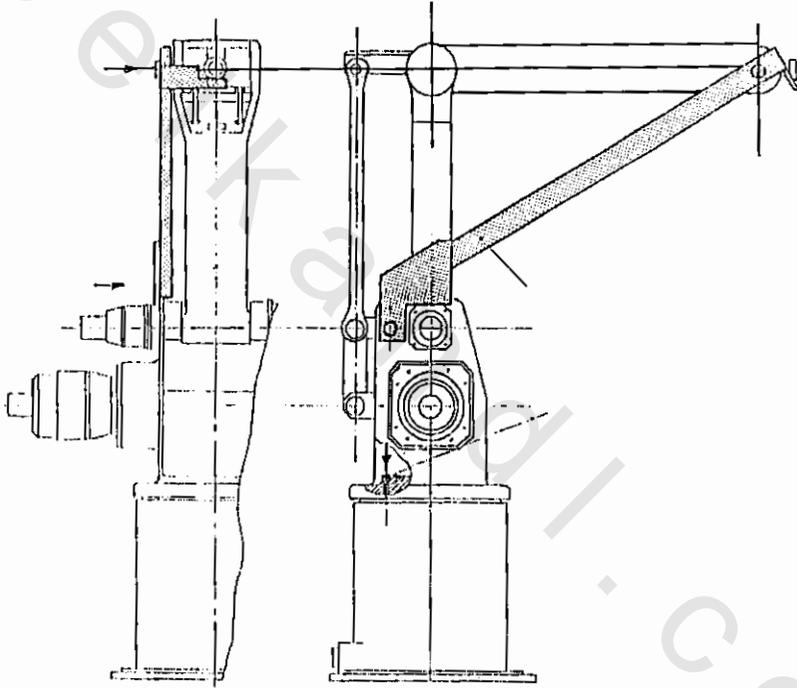
Begin	ابدأ البرنامج
Get the part	مسك الجزء
Open	فتح الماسك
Approach 3 from line2	الاقتراب ٣م من الخط رقم ٢
Move line2 with speed 20	تحرك للخط رقم ٢ بسرعة ٢٠م/ثانية
Close	اغلق الماسك
Depart 3.0	ارفع لأعلى المنتج ٣ مم
Down Part	وضع الجزء لأسفل
Approach 4.0 From Press	اقتراب ٤م من المكبس
Move Belt With Speep 30	تحريك السير بسرعة ٣٠ مم / ثانية
Open	افتح الماسك
Depart 4.0	ارفع السير لأعلى ٤مم
End	النهاية

٤- لغات خاصة

إذا كان الروبوت يعمل في وظيفة خاصة مثل اللحام والدهان فإن كل وظيفة تحتاج إلى لغة خاصة بالإضافة إلى أوامر الحركة والأبعاد والفتح والقفل والانتها والابتداء.

٥ - لغة اللحام للروبوت CY-800

طورت شركة Commercysoudure الفرنسية لغة خاصة بروبوتات اللحام التي تنتمي إلى طراز CY800 Robot .



شكل (٢٧) روبوط فرنسي للحام نوع CY-800

أوامر اللغة

1- I / O = 0 : 8

١- دخل / خرج I/O : Input / Output

ومعناها إذا كنت ستستعمل برامج خارجية Output تكتب رقم البرنامج من ١ : ٨ برامج . وإذا لم يكن هناك برامج خارجية سيكتب الرقم صفر

2- DT : Dwell Time

٢- وقت الانتظار

O : 99 sec

من صفر إلى ٩٩ ثانية

3- V : Speed mm /sec

٣- سرعة عدة اللحام مم / ثانية

4- IS : Welding Current

٤- شدة تيار اللحام

O : 99 Amper

من صفر : ٩٩ أمبير

5- Prg # 00 : Program number

٥- رقم البرنامج (خانتين)

6- ERR : Error O : 99

٦- الخطأ (خانتين) من صفر : ٩٩

7- Step

٧- نوع التشغيل

وينقسم إلى ثلاث حالات

7.1 Manual

١٠٧ يدوي

7.2 Test

٢٠٧ اختبار

7.3 Auto

٣٠٧ أوتوماتيكيا

8- EFF : Clear

٨- مسح الخطوة

تستخدم في حالة كتابة خطوة خطأ

9- REP : Co- Ordinate Functions	٩- الإحداثيات
10- L : Line	١٠- الحركة خطية
11- P : Polar	١١- الحركات قطبية أى طول وزاوية
12- ARRET : STOP	١٢- إيقاف
13- LS : Low Speed	١٣- سرعة بطيئة
14- MS : Medium Speed	١٤- سرعة متوسطة
15- HS : High Speed	١٥- سرعة عالية
16- RET : RETURN	١٦- عودة البرنامج للخطوة الأولى
17- C : Circular Function	١٧- الحركة الدائرية
18- VALID : Confirm	١٨- البيانات صحيحة

الشكل رقم (٣٧) يبين الروبوت الفرنسى cy800 .

المعلومات التى يجب إعطاؤها فى كل جملة وتسمى عناصر الخطوة هى :

1- geometrical position of torch	١- تحديد مكان التورش (عدة اللحام) كنقطة الأصل Home
2- Welding Voltage	٢- فرق الجهد للحام (فولت)
3- Welding Current	٣- التيار الكهربى للحام
4- Movement Speed	٤- سرعة الحركة
5- Dwell times	٥- أوقات الانتظار
6- Input / Output	٦- رقم الدخول / الخروج

7- Program Number

٧- رقم البرنامج

8- Program Step Number

٨- رقم الخطوات فى البرنامج

9- Movement Methods

٩- طريقة الحركة C,L,P

C,L,P

10- Welding Movement

١٠- طريقة الحركة للحام

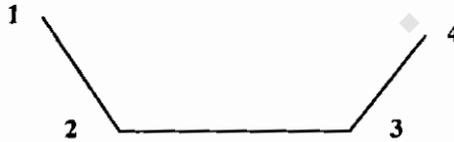
Methods

تتم الحركة لعمليات اللحام إما بصورة خطية Linear Motion أو إما لطريقة:
دائرية Circular Motion

١ - الطريقة الخطية :

تتم عن طريق ثلاث حركات شكل (٣٨).

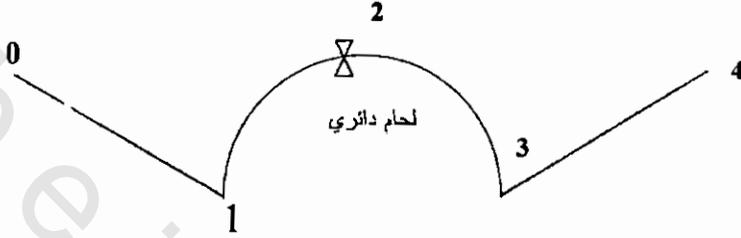
٢-١ من النقطة	Approach	١ - اقتراب
٣-٢ من النقطة	Welding	٢ - لحام
٤-٣ من النقطة	Departure	٣ - ابتعاد



شكل (٢٨): لحام خطى.

٢- اللحام الدائرى :

يتم عن طريق أربع حركات وذلك فى شكل (٣٩)



شكل (٢٩): لحام دائري.

من صفر - ١	Approach	١ - اقتراب
من ١ - ٢	Circular	٢ - حركة دائرية
من ٢ - ٣	Circular	٣ - استكمال الحركة الدائرية
من ٣ - ٤	Departure	٤ - استبعاد

تشغيل جهاز التسجيل للروبوت Cassette off line

من الخارج أو كتابة برنامج بطريقة غير مباشرة

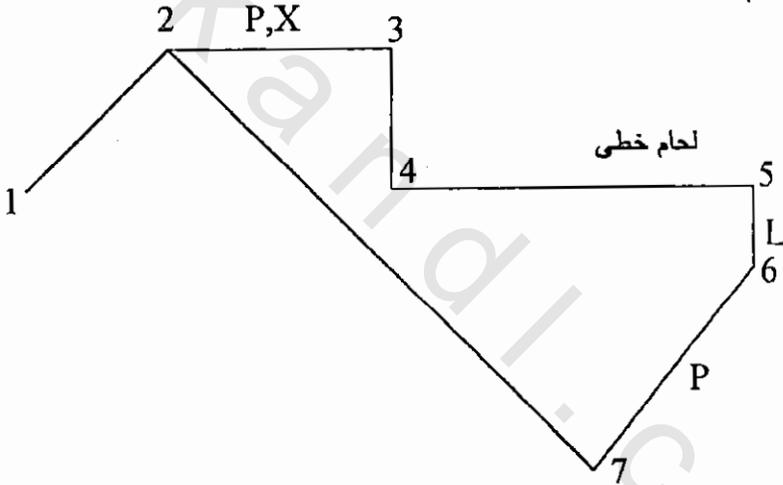
يمكن تسجيل البرامج على شريط الكاسيت وإدخالها لوحدة التحكم بالروبوت وتشغيلها بالخطوات التالية:

- ١ - توصيل القارئ Reader بوحدة التحكم.
 - ٢ - توصيل وحدة التعليم Teach Pendant
 - ٣ - توصيل المسجل Cassette بوحدة التحكم
 - ٤ - اضغط على Write فى وحدة التعليم .
- والآن نعطي بعض الأمثلة على برامج اللحام للروبوت المذكور.

١- برنامج لحام / خطى للروبوت C800

المطلوب عمل لحام للوصلة من عند النقطة (٤) إلى النقطة (٥) وحركة الاقتراب من النقطة (١) إلى نقطة الأصل (٢) Home والابتعاد من النقطة (٥) إلى نقطة الأصل (٢) كما فى الرسم شكل (٤٠).

برنامج لحام خطى شكل (٤٠)



شكل (٤٠): برنامج لحام خطى.

يلاحظ فى برامج اللحام أنه لا يوجد غلق أو فتح للماسك حيث إن أداة اللحام مصممة بحيث تكون مثبتة فى النهاية الطرفية لليد. تصميم البرنامج ذات الأعمدة السبع كالتالى:

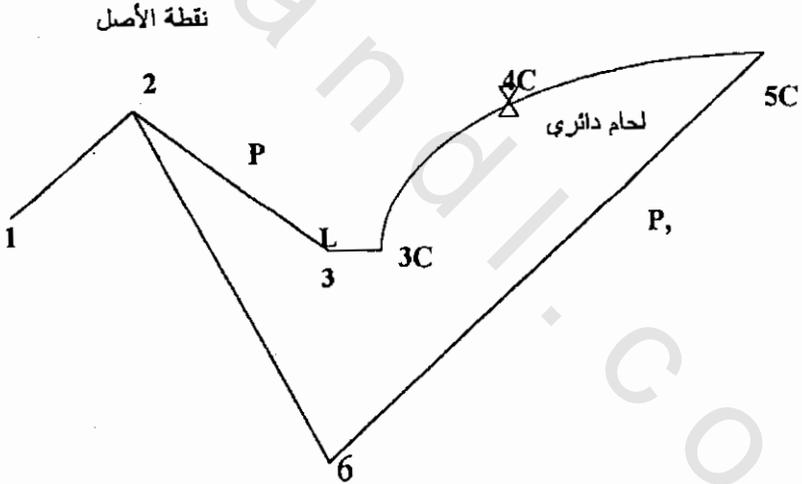
الخطوة	الطريقة	السرعة	وقت الانتظار	جهد اللحام	شدة اللحام	ملاحظات
رقم الخطوة	خطى دائرى قطبى	مم/ثانية	ثانية	فولت	أمبير	الخطوات
1-n	P,L,C	V	T	Vs	Is	Descrip
1	P					نقطة البداية
2	P,X	90				الاقتراب من النقطة
3	P,Z	70				الحركة أقرب
4	L	50				بداية اللحام
5	L	10	2	60	28	نهاية اللحام
6	L	50				الابتعاد عن اللحام
7	P	70				البعد أكثر
8	P	90				الوصول إلى نقطة الأصل
9	P	90	97			تنظيف بورى اللحام

تكتب الجملة الأخيرة T97 عند تنظيف فوهة البورى وذلك كل لحام ١٠ قطع.

٢- برنامج لحام قوس دائرى للروبوط C800

المطلوب لحام قوس دائرى من 5C-4C-3C وحركة الاقتراب من النقطة (١) إلى نقطة الأصل (٢) Home إلى النقطة (٣) القريبة من بداية نقطة اللحام 3C ثم الاقتراب الخطى إلى بداية القوس الدائرى 3C ثم بدء اللحام من النقطة 3C إلى النقطة 4C إلى النقطة 5C ثم الابتعاد بدون لحام إلى النقطة (6) ثم الذهاب إلى نقطة الأصل (2)

وذلك بالشكل رقم (٤١)



شكل (٤١): برنامج لحام قوس دائرى.

الخطوة	الطريقة	السرعة	وقت الانتظار	جهد اللحام	شدة اللحام	ملاحظات
رقم الخطوة	خطى دائرى قطبي	مم/ثانية	ثانية	فولت	أمبير	الخطوات
1-n	P,L,C	V	T	Vs	Is	Descrip
1	P					نقطة البداية
2	P,X	90				الاقتراب من النقطة
3	L,Y	50				أكثر اقتراب
4	C	10	2	50	25	بداية اللحام
5	C	10	2	50	25	نقطة الوسط
6	C	10	2	50	25	نهاية اللحام
7	P,X	90				الابتعاد عن اللحام
8	P	90				الوصول إلى نقطة الأصل

وبهذا يكون قد قدمنا أمثلة كافية للبرمجة واللغات أيضاً.

أمثلة على لحام المسك والوضع وروبوت لعمليات التشغيل وروبوت لعمليات اللحام وكذلك العمليات المختلفة بلغات CY800, RAIL, APT VAL بتطبيقاتها المختلفة.