برمجة الروبوط

ROBOT PROGRAMMING

توجد لغات كثيرة لبرمجة الروبوط كما توجد أيضا طرق ثلاث مختلفة لبرمجة الروبوط. الهدف من اللغات هو توليد البيانات الخاصة بحركة الروبوط عند الماسك Gripper إلى المسار الذى سوف يتم عن طريقه العمل المكلف به الروبوط سواء كان نقلا – لحاما – دهانا .. .. الخ .

ويشمل البرنامج أيضا على أوامر للأجهزة المساعدة. فإذا كان الروبوط للحام فلابد 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 روبوط. وهى نقطة الأساس الذى يتحرك من عندها ماسك الروبوط إلى أى مكان فى الفراغ.

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

يوجد ثلاث طرق رئيسية لبرمجة الروبوط:

١– التعليم اليدوى.

٢ – التعليم أثناء القيادة.

٣ – لغات البرمجة.

١ - التعليم اليدوى Manual Teaching

يعتبر هذا النوع من البرمجة أبسط الأنواع. إذ غالبًا ما يستخدم فى البرمجة من نقطة إلى نقطة. إذ يستخدم هذا النوع من التعليم فى تحريك الروبوط 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 الروبوط عن طريق وحدة التحكم. ثم تكرر العملية إلى النقطة الثانية والثالثة وهكذا. وعند إعادة البرنامج نجد أن الروبوط 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.

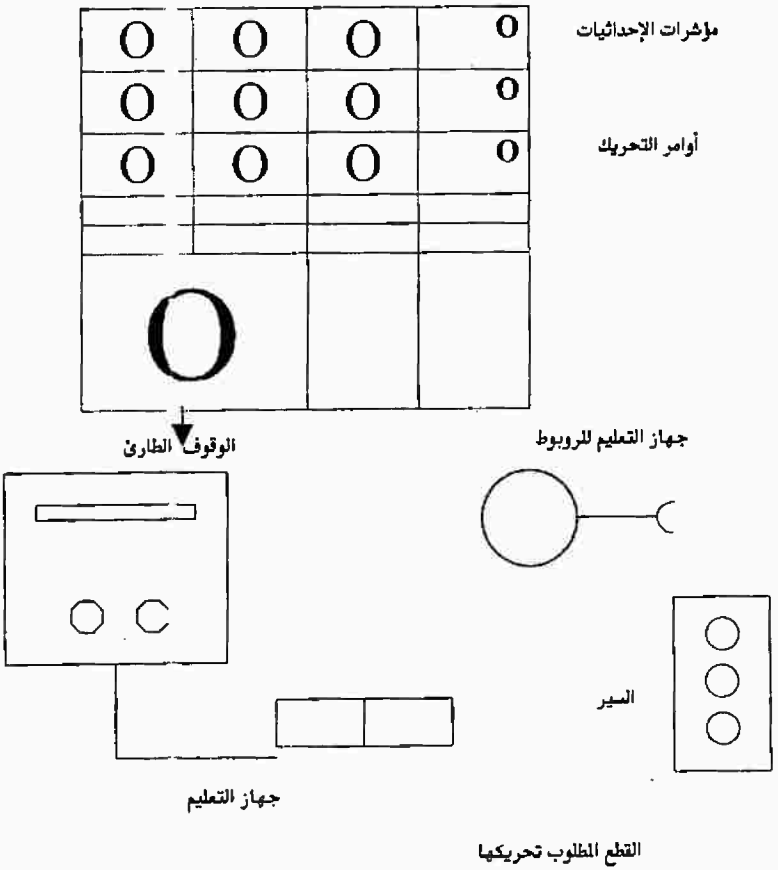
الصورة رقم (١٥) تبين جهاز التعليم الملحق بوحدة التحكم للماكينة. وهو يقوم بإدخال البيانات عن حركات الروبوط إلى وحدة التحكم الرئيسية وتخزينها فى حالة ما إذا كانت النقاط والحركات الداخلة سوف تتكرر. ويعمل هذا الجهاز بثلاث طرق رئيسية:

١- طريقة التعليم Teach

٢- طريقة الاختبار Test

٣- طريقة التكرار Repeat

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



شكل رقم (٣٦) جهاز تعليم الروبوط فى خلية عمل.

أما طريقة الاختبار Test فهى تعنى أن البرنامج الذى وضعه فريق التعليم يعاد اختباره خطوة خطوة ليمكن 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 للروبوط. إذ بعد أن يقوم المبرمج بالتعليم والاختيار لا يبقى سوى التشغيل والدخول فى مرحلة الإنتاج أو العمل للروبوط.

٢ - التعليم أثناء القيادة Lead Through Teaching

قد يتصور البعض أن أسهل طريقة لبرمجة الروبوط هى مسك ذراع الروبوط وقيادتها إلى المسارات المطلوبة بالسرعات والعوامل التى تحتاجها عمليات الروبوط. هذا صحيح ولكن فى المسارات المستقيمة أو المائلة أو المتقطعة من نقطة إلى نقطة. أما إذا أخذ مسار الروبوط غير ذلك مثل اللحام أو الدهانات كأن تكون المسارات منحنية أو دائرية. فسوف يكون من المستحيل فى بعض نظم الروبوط الميكانيكية تحريك الذراع يدويًا على هذه المسارات. لذلك تم تصميم روبوط يعمل بذراع آخر متصل بالروبوط شكل (٣٦) ليس له طاقة لإدارته ميكانيكيا ولكنه يعمل يدويا ومتصلا بالذراع الرئيسى للروبوط الذى يعمل معه بالتوازى.

ولهذه الطريقة من البرمجة عيوبها أهمها :

١ – أن كل حركة من الحركات التعليمية للروبوط تسجل. ولهذا فإن أى حركة غير مقصودة أيضا ستسجل. ولهذا فإن جهاز التعليم لابد أن يكون له القدرة على إزالة مثل هذه الحركات.

٢ – حيث إن التعليم يتم يدويا فإن المسارات إذا كانت دقيقة فإنه يصعب إدخالها أيضا بهذه الطريقة.

٣ – صعوبة الحصول على سرعة ثابتة على المسار أو حتى السرعة المطلوبة.

٤ – يحتاج الروبوط إلى ذاكرة كبيرة لتسجيل كل الحركات والبيانات المطلوبة أثناء التعليم.

٥ – وجود يد أخرى تماثلية سيكون حملا على الروبوط فى كل تحركاته.

هذه الطريقة شائعة الاستعمال فى الروبوط 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 للروبوط 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 إحداثيات الروبوط 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 بستانفورد وبرامج Andro text - Armbasic - Rail - Rpl ولعل أشهر هذه البرامج هو البرنامج الذى طورته شركة Unimation وهو يصلح للبرمجة المباشرة On line والبرمجة غير المباشرة Off Line ويصلح أيضا للاستخدام من خلال المجسات. وأجهزة الرؤية فى الروبوط. استخدمت لغة VAL فى برمجة جيل Unimate 500 بشركة جنرال موتورز General Motors

١ - لغة VAL للروبوط

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 الروبوط.

٣- يحتوى على أوامر إصدار مثل الإضافة والإلغاء والإحلال.

٤- يبنى على أساس معرفة العيوب وتحديدها وذلك باختبار أجزاء الروبوط لمعرفتها.

٥- يحتوى على مقاييس للسرعة حيث يمكن أن يعمل الروبوط بسرعة صغيرة وتزداد تدريجيا أو العكس.

٦- يمكن التدخل فى برمجة الروبوط وتغيرها أثناء عمل الروبوط .

٧- البيانات الداخلة والخارجة متداخلة فيما بينها.

٨- يوجد اقتراب آلى للنقاط وابتعاد آلى عنها أيضا.

٩- يمكنه التواؤم مع مكان ووضع القطعة التى سيتعامل معها الروبوط.

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 — اقفل Close	٤- افتح Open
٥- ارفع Appros	٦- انتقال Departs

مثال لبرنامج VAL على مسك ووضع منتج Pick And Place

يتحرك الروبوط بالماسك مفتوحا بدون منتج من النقطة (١) إلى النقطة (٢) ثم يتحرك بسرعة ٢٥ مم / ثانية إلى النقطة (٣) حتى يصل إلى المنتج فيمسكه ويغلق الماسك عليه ثم يتحرك ليضعه فى النقطة (٦) مارا بالنقطة (٤) ثم النقطة (٥) بسرعة ٢٠مم/ث ثم عند النقطة (٦) يفتح الماسك ويترك القطعة. ويمكنه تكرار هذه العملية لأى عدد من المرات.

والبرنامج كالتالى:

١- تحرك للنقطة (١)	1- Move P1
٢- تحرك للنقطة (٢)	2- Move P2
٣- تحرك بسرعة ٢٥مم/ثانية	3- Speed 25
٤- تحرك للنقطة (٣)	4- Move P3
٥- اقفل الماسك	5- Close 0.00
٦- تحرك للنقطة (٤)	6- Move P4
٧- تحرك للنقطة (٥)	7- Move P5
٨- تحرك للنقطة (٦)	8- Move P6
٩- تحرك بسرعة ٢٠مم/ثانية	9- Speed 20
١٠- فتح الماسك	10- Open 0.00

مثال آخر لبرنامج VAL لمسك ووضع صناديق Pick and Place

يقوم الروبوط فى هذا المثال بمسك منتجات من على ناقل ووضعها فى صناديق ويكرر البرنامج.

والبرنامج كالتالى :

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

٢- لغة APT للروبوط

لغة APT تستعمل لماكينات التشغيل الرقمية CNC كما تستخدم أيضًا للروبوط 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/

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

مثال لروبوط يقطع مجرى دائرية في أسطوانة بلغة APT

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

- رقم الجملة	- Part No
- نقطة البداية ١٠ ، ١٨ ، ٢٤	- set pt = Point 10,18,24
- إحداثيات الدائرة ونصف القطر (٧٢، ٣٦، ٢٤، ٣٦)	- C1 = C1RCLE / 72,36,24,36
- النقطة P1 إحداثياتها ٢٤,١٨ ،٤١,٨٢٣١	- P1 = POINT / 41. 8231,18,24

- P2 = POINT 41.8231, 54,24	– النقطـــــة P2 إحداثياتـــــها ٤١٠٨٢٣١، ٥٤، ٢٤
- Slot Cutting	انتهى وضع الإحداثيـات الهندسـية للمحركات

أوامر الحركة:

ثم يبدأ وضع أوامر التحرك للبرنامج

- cutter / 4	– رقم عدة القطع / ٤
- Form / Set pt	– من / نقطة البداية
- Spindle/ 600, CCW	– سرعة العمود الرئيسى للماكينـة / ٦٠٠مـتر / دقيقـة واتجـاه عكـس عقرب الساعة
- Fedrate/Rapid	– سرعة التغذية / سريعة
- Go to, P1	– اذهب للنقطة P1
- Fedrate /10	– سرعة التغذية / ١٠مم / ثانية
Go to lft / C1	– اذهب يسار / مركز الدائرة C1
- fedrate / Rapid	– تحرك بسرعة تغذية / سريعة
- Go to / Set pt	– اذهب إلى / نقطة البداية
- Stop	– قف
- End	– نهاية البرنامج
- Finl	– نهاية العمل

٣- لغة RAIL للروبوط

طورت هذه اللغة لاستخدامات الروبوط ومعها 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 خطيًا 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 لروبوط يمسك ويضع منتج بلغة RAIL

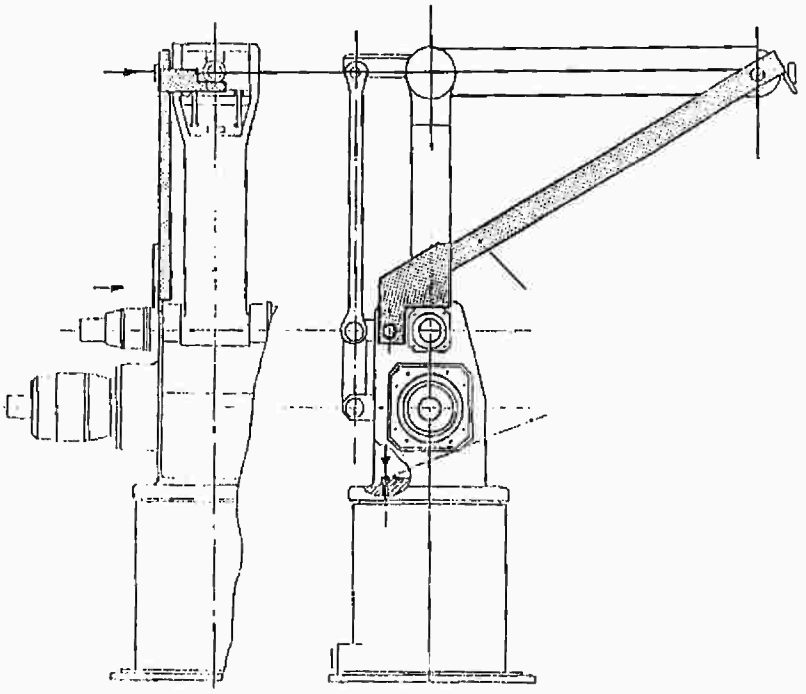
Begin	ابدأ البرنامج
Get the part	مسك الجزء
Open	فتح الماسك
Approach 3 from line2	الاقتراب ٣مم من الخط رقم ٢
Move line2 with speed 20	تحـــرك للخـــط رقـــم ٢ بســـــرعة ٢٠مم/ثانية
Close	اغلق الماسك
Depart 3.0	ارفع لأعلى المنتج ٣ مم
Down Part	وضع الجزء لأسفل
Approach 4.0 From Press	اقترب ٤مم من المكبس
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 الروبوط يعمل فى وظيفة خاصة مثل اللحـام والدهـان فـإن كـل وظيفـة تحتاج إلى لغة خاصة بالإضافة إلى أوامر الحركة والأبعاد والفتـح والقفـل والانتـهاء والابتداء.

٥ - لغة اللحام للروبوط CY-800

طورت شركة Commercy Soodure الفرنسية لغة خاصة بروبوطات اللحام التى تنتمى إلى طراز CY800 Robot .



شكل (٣٧) روبوط فرنسى للحام نوع CY-800

أوامر اللغة

١- دخل / خرج I/O : Input / Output	1- I / 0 = 0 : 8
ومعناها إذا كنت ستستعمل برامج خارجية Output تكتب رقم البرنامج من ١ : ٨ برامج . وإذا لم يكن هناك برامج خارجية سيكتب الرقم صفر	
٢- وقت الانتظار	2- DT : Dwell Time
من صفر إلى ٩٩ ثانية	O : 99 sec
٣- سرعة عدة اللحام مم / ثانية	3- V : Speed mm /sec
٤- شدة تيار اللحام	4- IS : Welding Current
من صفر : ٩٩ أمبير	O : 99 Amper
٥- رقم البرنامج (خانتين)	5- Prg # 00 : Program number
٦- الخطأ (خانتين) من صفر : ٩٩	6- ERR : Error O : 99
٧- نوع التشغيل	7- Step
وينقسم إلى ثلاث حالات	
١٠٧ يدويا	7.1 Manual
٢٠٧ اختبار	7.2 Test
٣٠٧ أتوماتيكيا	7.3 Auto
٨- مسح الخطوة	8- EFF : Clear
تستخدم فى 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 الروبوط 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- Movemeut Speed	٤- سرعة الحركة
5- Dwell times	٥- أوقات الانتظار
6- Input / Output	٦- رقم الدخول / الخروج

٧- رقم البرنامج	7- Program Number
٨- رقم الخطوات فى البرنامج	8- Program Step Number
٩- طريقة الحركة C,L,P	9- Movement Methods C,L,P
١٠- طريقة الحركة للحام	10- Welding Movememt Methods

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

١ – الطريقة الخطية :

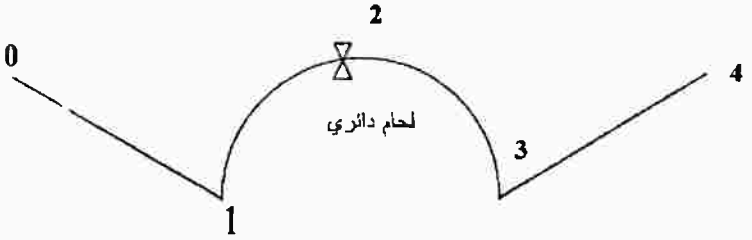
تتم عن طريق ثلاث حركات شكل (٣٨).

١ — اقتراب	Approach	من النقطة ١–٢
٢- لحـــام	Welding	من النقطة ٢–٣
٣- ابتعاد	Departure	من النقطة ٣–٤

شكل (٣٨): لحام خطى.

٢- اللحام الدائرى :

يتم عن طريق أربع حركات وذلك فى شكل (٣٩)



شكل (٣٩): لحام دائرى.

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

تشغيل جهاز التسجيل للروبوط Cassette off line من الخارج أو كتابة برنامج بطريقة غير مباشرة

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

١ – توصيل القارئ Reader بوحدة التحكم.

٢ – توصيل وحدة التعليم Teach Pendant

٣ – توصيل المسجل Cassette بوحدة التحكم

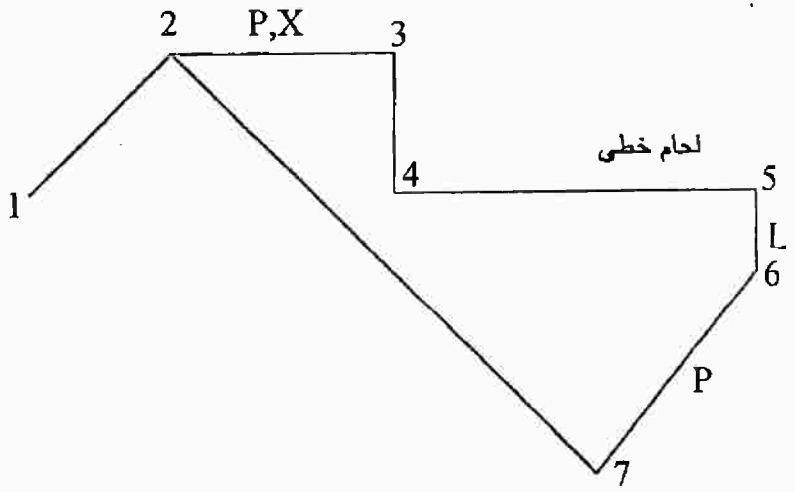
٤ – اضغط على Write فى وحدة التعليم .

والآن نعطى بعض الأمثلة على برامج اللحام للروبوط المذكور.

١- برنامج لحام / خطى للروبوط 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 كالآتى:

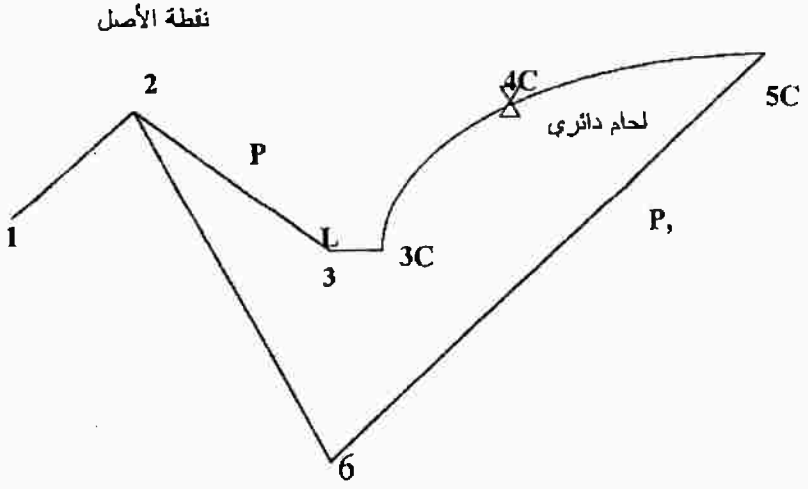
الخطوة	الطريقة	السرعة	وقت الانتظار	جهد اللحام	شدة اللحام	ملاحظات
رقم الخطوة	خطى دائرى قطبى	مم/ثانية	ثانية	فولت	أمبير	الخطوات
1-n	P,L,C	V	T	Vs	Is	Descrip
1	P					نقطة البداية
2	P,X	90				الاقتراب من النقطة
3	P,Z	70				الحركة أقرب
4	L	50				بداية اللحام
5	L	10	2	60	28	نهاية اللحام
6	L	50				الابتعاد عن 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 بَدْء 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 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	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 أيضًا.

أمثلة على لحام المسك والوضع وروبوط لعمليات التشغيل وربوط لعمليات اللحام وكذلك العمليات المختلفة بلغاتCY800, RAIL, APT VAL بتطبيقاتها المختلفة.