

الباب الأول
أساسيات التحكم المبرمج

أساسيات التحكم المبرمج

١-١ مقدمة

صنع أول جهاز تحكم مبرمج في شركة (جنرال موتورز) عام 1986 وكان الجهاز في بادئ الأمر يحل محل المفاتيح الكهرومغناطيسية فقط غير أنه لم يكن قادرا على تحقيق متطلبات الشركة المصنعة ولكنه كان في الحقيقة بادرة خير في صناعة الحاكمت القابلة للبرمجة **Programmable Logic Controllers** والتي تطورت فيما بعد و انتشرت بكثرة في جميع ميادين الصناعة و في الفترة ما بين (1974 : 1970) و نتيجة للتقدم التقني في صناعة الميكروبروسسيور أصبحت الحاكمت القابلة للبرمجة **PLC's** أكثر مرونة و ذكاء و أصبح من السهل على الفنيين والمهندسين الذين ليس لهم دراية كلية بعلوم الكمبيوتر و الإلكترونيات الرقمية التعامل معها. بل وأصبحت هذه الأجهزة قادرة على القيام بالعمليات الحسابية و المنطقية و تحسنت لغتها عن ذي قبل.

أما في الفترة ما بين (1979 : 1975) حدث تقدم كبير في صناعة الحاكمت القابلة للبرمجة واشتمل هذا التطور على زيادة سعة الذاكرة و عدد المدخل و المخرج الرقمية بل ارتقى استخدام هذه الأجهزة من التحكم الرقمي إلى التحكم التناظري حيث أصبح من السهل عمل برنامج لاستخدام أجهزة التحكم المبرمج لتحل محل حاكم تناسبي تفاضلي تكاملي **PID** للتحكم في درجة حرارة غرفة أو سرعة محرك... الخ وكذلك أصبح من السهل تخزين أي برنامج في وحدة ذاكرة خارجية و أصبح من الممكن تغيير البيانات سابقة التخزين أثناء التشغيل . فأصبح بوسع المشغل تغيير ثوابت المؤقتات الزمنية و العدادات... الخ بدون إيقاف العملية الصناعية كما كان في السابق ونتيجة لتطور علوم الاتصالات في هذه الفترة . أصبح من الممكن استخدام مجموعة من أجهزة التحكم المبرمجة للعمل سويا في شبكة محلية للتحكم في مصنع كما لو كانت جهازا واحدا . وأيضا من الممكن عمل تقارير وافية عن الإنتاج و الصيانة والأعطال بواسطة الوحدات الطرفية مثل الطابعات وتخدم هذه التقارير إدارات المصانع لتحسين معدل الإنتاج ونتيجة لهذه التطورات المذهلة التي حدثت في الفترة الأخيرة حلت أجهزة التحكم المبرمج **PLC's** محل الميني كمبيوتر **Mini Computer** في معظم التطبيقات الصناعية .

أما في الثمانينات فتنافست الشركات المصنعة في تطوير صناعة أجهزة التحكم المبرمج وكان

نتيجة التطورات الهائلة في تقنيات صناعة أجهزة التحكم المبرمج PLC's ما يلي :-

١- أصبحت تكلفة الجهاز منخفضة إلى الحد الذي يسمح باستخدامه بدلا من عشرة مفاتيح

كهرومغناطيسية Electromagnetic Relays .

٢- أصبح من الممكن استخدام أجهزة التحكم المبرمج PLC's صغيرة الحجم في التحكم التناظري .

٣- أصبح من الممكن توصيل أجهزة التحكم المبرمج مع أجهزة الدخل التناظرية مثل الإزدواجات الحرارية و أجهزة قياس الرطوبة والانفعال التناظرية ... الخ .

٤- ظهرت أحجام مختلفة من الحاكنات القابلة للبرمجة PLC's فمنها ما يكون عدد مداخلة ومخارجه 10 فقط و منها ما يصل عدد مداخلة ومخارجه إلى 8000 . أما سعة ذاكرتها فتبدأ من 1KB (واحد كيلو بايت) .

٥- تم تجزئة أجهزة التحكم المبرمج PLC's إلى أقسام منفصلة Modules بحيث أصبح من الممكن تفصيل جهاز التحكم المبرمج PLC's تبعا لحجم المشروع (العملية الصناعية) .

أما التطورات الهائلة في تقنيات البرمجة لأجهزة التحكم المبرمج PLC's فقد أدت إلى ما يلي :-

١- استخدام لغات يسهل على من ليس له دراية علوم الحاسبات استخدامها .

٢- استخدام لغات عالية المستوى تشبه في نظمها لغة البيسيك Basic .

٣- إمكانية تحديد الأعطال و تعديل البيانات المدخلة أثناء تشغيل العملية الصناعية .

٤- أصبح زمن الاستجابة لأجهزة التحكم المبرمج PLC's يصل إلى ملي ثانية لكل كيلو بايت من برنامج المستخدم .

١-٢ مصطلحات فنية

فيما يلي أهم المصطلحات الفنية في هذا الكتاب :-

١- الإشارة التناظرية Analog Signal

وهي إما أن تكون إشارة جهد أو إشارة تيار و تعطي القيمة العددية للإشارة مدلول عن كمية معينة على سبيل المثال جهد الخرج لمولد تاكو مستمر مثبت على محور دوران المحرك المطلوب قياس سرعته فإذا كان سبة تحويل مولد التاكو 300 RPM/V وكان خرج مولد التاكو 5V يعني هذا أن سرعة المحرك تساوي :-

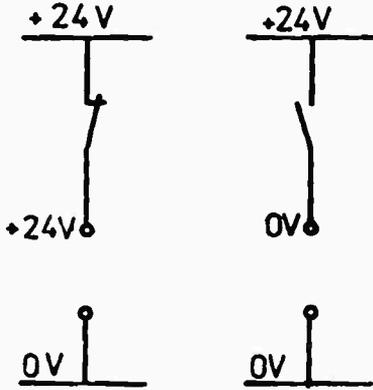
$$N=300*5=1500 \text{ RPM}$$

والجدير بالذكر أن إشارات الجهد التناظرية عادة تتراوح ما بين (0 : +10V) أو (0 : 1V) أو

(0 : 5V) أما إشارات التيار التناظرية فعادة تتراوح ما بين (20 mA : 4) .

٢- الإشارة الرقمية Digital Signal

وهي إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقمية 0 V أو 24 V على سبيل المثال الجهد المنقول عبر ريشة تلامس فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول 0 V إذا كانت الريشة مغلقة كان الجهد المنقول 24 V كما هو مبين بالشكل (١-١) .

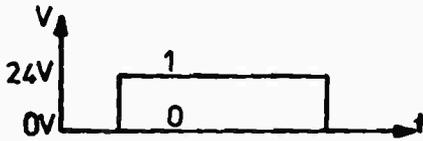


الشكل (١-١)

٣- حالة الإشارة الرقمية Digital Signal

State

فإذا كان جهد الإشارة الرقمية 0 V يقال أن حالة الإشارة 0 أي منخفضة Low وإذا كان جهد الإشارة الرقمية 24 V يقال أن حالة الإشارة الرقمية 1 أي عالية High كما هو موضح بالشكل (٢-١) .



الشكل (٢-١)

٤- الخانة (البت) BAT

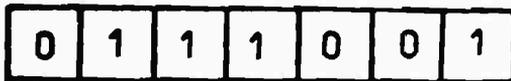
وهو مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما هو مبين بالشكل (٣-١) .



الشكل (٣-١)

٥- البايت BYTE

يتكون البايت من ثماني خانات 8 Bits يخزن فيهم ثماني إشارات رقمية كما بالشكل (٤-١) .



الشكل (٤-١)

٦-الكلمة WORD

تتكون الكلمة من (16) خانة يخزن فيها حالة (16) إشارة رقمية أي أن الكلمة تتكون من عدد (2) بايت .

٧- المسجلات REGISTER

وهي أماكن لتخزين البيانات في صورة 0 أو 1 وهي تتكون من خانة واحدة أو أربع خانة أو 16 خانة وتوجد المسجلات داخل معالج أجهزة التحكم المرمج وسيضع وظيفتها في الباب الثاني .

٨- الأعلام FLAGS

ويطلق عليها أحيانا ريليهات تحكم داخلية Internal Control Relays أو وحدات التخزين الداخلية Markers و يتكون العلم من خانة واحدة Bit و يخزن فيها حالة العمليات الوسيطة في صورة 0 أو 1 و توجد الأعلام في الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المرجم و يستخدم النظام الثماني لترقيم وحدات التخزين الداخلية (الأعلام) على سبيل المثال

F0.0,F0.1,F0.2.....0.7

F1.0,F1.1,F1.2.....1.7

F100.0,F100.1,F100.2.....100.7

١-٣ النظم المختلفة للأعداد و الأكواد Number Systems

إن معرفة القارئ بالنظم المختلفة للأعداد و الأكواد يسهل عليه التعامل مع الحاكمت القابلة للبرمجة و أجهزة الحاسبات بصفة عامة و قبل البدء في سرد النظم المختلفة للأعداد و الأكواد سنشير إلى بعض المصطلحات التي تستخدم عادة مع نظم الأعداد المختلفة هي :-

١- إن أي عدد يتكون من مجموعة من الخانات Digits

٢- كل نظام أعداد له أساس ثابت و له مجموعة أعداد أساسية

٣- يمكن تحويل أي نظام أعداد إلى النظام العشري للأعداد و المستخدم في حياتنا اليومية و ذلك

باستخدام المعادلة التالية

$$Z=A_0B^0+A_1B^1+A_2B^2+\dots$$

حيث إن :-

Z	العدد العشري المكافئ
A ₀ A ₁ A ₂	الأعداد الأساسية
B	الأساس

١-٣-١ نظام الأعداد العشرية Decimal Numbers

الأعداد الأساسية 9, 0,1,2,
الأساس 10

فيمكن القول أن العدد العشري 456 يساوي

$$456=4*10^2+5*10^1+6*10^0$$

ويستخدم النظام العشري في ترقيم عناوين أوامر برنامج المستخدم في بعض أجهزة التحكم المبرمج

١-٣-٢ نظام الأعداد الثنائية Binary Number

الأعداد الأساسية 0.1
الأساس 2

مثال :- حول العدد الثنائي $(10110110)_2$ لمكافئة العشري
 $Z=1*2^7+0*2^6+1*2^5+1*2^4+0*2^3+1*2^2+1*2^1+0*2^0=(182)_{10}$
و تستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج نظام الأعداد الثنائية للتعامل مع الأعداد .

١-٣-٣ نظام الأعداد الثمانية Octal Numbers

الأعداد الأساسية 7, 0,1,2,
الأساس 8

مثال :- حول العدد الثماني $(1763)_8$ لمكافئة العشري

$$Z=1*8^3+7*8^2+6*8^1+3*8^0=(1067)_{10}$$

وتستخدم الأعداد الثمانية لترقيم المداخل و المخارج و الأعلام لأجهزة التحكم المبرمج فمثلا إذا

كان عدد مداخل جهاز تحكم مبرمج PLC's (24) مدخل و عدد مخارجه (16) مخرج وباعتبار

أن I ترمز للمداخل ، Q ترمز للمخارج فإن المداخل و المخارج ترقيم كالآتي :-

أولا المداخل :-

I0.0,I0.1,I0.2	0.7
I1.0,I1.1,I1.2	1.7
I2.0,I2.1,I2.2	2.7

لانيا المخارج :-

Q3.0,Q3.1,Q3.2	3.7
Q4.0,Q4.1,Q4.2	4.7

١-٣-٤ نظام الأعداد السداسية عشري Hexadecimal Number

الأعداد الأساسية 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

وفيما يلي المكافئ العشري للأعداد الأساسية الست الأخيرة

A=10	D=13
B=11	E=14
C=12	F=15

الأساس 16

مثال :- حول العدد السداسي عشر $(1A6)_{16}$ لمكافئ العشري

$$Z = 1 \cdot 16^2 + A \cdot 16^1 + 6 \cdot 16^0 = (422)_{10}$$

وتستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج النظام السداسي عشر في عنوانة أوامر برنامج التشغيل وكذلك للتعامل مع الأعداد .

١-٣-٥ الأعداد العشرية المكدودة ثانيا (BCD)

يمكن تمثيل الأعداد العشرية بأعداد حيث إن أي عدد عشري أساسي أي يتكون من خانة واحدة يمكن تمثيله بعدد ثنائي له أربع خانات .

مثال :- حول العدد العشري $(7493)_{10}$ لعدد عشري مكدود ثانيا

$$(7493)_{10} = (0111 \ 0100 \ 1001 \ 0011)_{BCD}$$

حيث إن :-

0111=7	1001=9
0100=4	0011=3

وتستخدم بعض أجهزة التحكم المبرمج الأعداد العشرية المكدودة ثانيا في التعامل مع الأعداد

١-٣-٦ العمليات الحسابية للأعداد الثنائية

إن العمليات الحسابية المختلفة (الجمع و الطرح و الضرب و القسمة) على الأعداد الثنائية تشبه

مثيلتها على الأعداد العشرية

أ- قواعد الجمع بالنظام الثنائي

0	0	1	
<u>+0</u>	<u>+1</u>	<u>+1</u>	
0	1	10	النتاج 0 والباقي 1

ب- قواعد الطرح بالنظام الثنائي

0	1	1	0	
<u>-0</u>	<u>-0</u>	<u>-1</u>	<u>-1</u>	
0	1	0	11	النتاج 1 بعد استعارة 1

ج- قواعد الضرب في النظام الثنائي

0	0	1	1
<u>*0</u>	<u>*1</u>	<u>*0</u>	<u>*1</u>
0	0	0	1

د - قواعد القسمة في النظام الثنائي

$$\begin{aligned} 0/1 &= 0 \\ 1/1 &= 1 \end{aligned}$$

١-٤ الأنواع المختلفة للحاكمات

يوجد نوعان من الحاكمات المستخدمة في التحكم في العمليات الصناعية و ذلك تبعاً لنظرية

عملها و هما كما يلي :-

١- حاكمات غير قابلة للبرمجة .

٢- حاكمات قابلة للبرمجة .

١-٤-١ الحاكمات غير القابلة للبرمجة

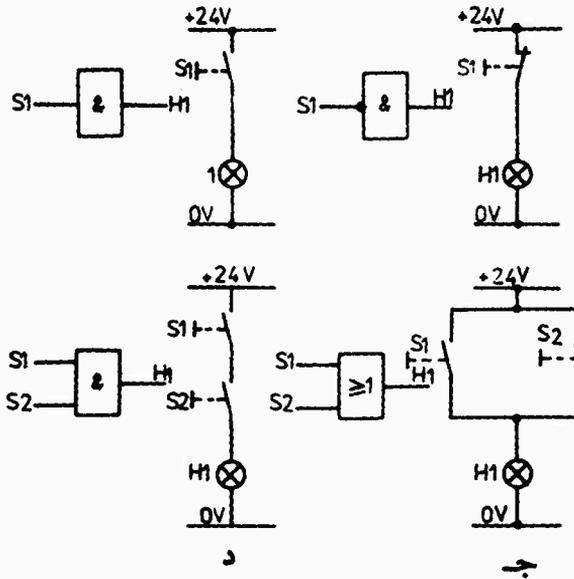
وهذه الحاكمات إما دوائر منطقية Logic Circuits أو دوائر تحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية Electromagnetic Circuits أما دوائر التحكم المنطقية فهي تتكون من عناصر إلكترونية توصل معاً مثل البوابات المنطقية Logic Gates والقلابات Flip-Flops و العدادات Counters والمؤقتات الزمنية Timers الخ

أما دوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية فتحتوي على الأجهزة التالية مفاتيح كهرومغناطيسية Electromagnetic Relays والمؤقتات الزمنية والعدادات الخ

و الشكل (١-٥) يبين البوابات المنطقية الأساسية و مكافئها من دوائر التحكم بالمفاتيح ففي الشكل (أ) فإن اللمبة H1 تساوي 1 إذا كانت حالة S1 تساوي 0 والعكس بالعكس ويمكن

تمثيل ذلك ببوابة (NOT) مدخلها S1 و مخرجها H1 .

وفي الشكل (ب) فإن اللبنة H1 تضيء عند الضغط على الضاغط S1 وتنطفئ عند إعادة الضاغط S1 لوضعه الطبيعي أي أن حالة H1 تكون 1 عندما تكون حالة S1 مساوية 1 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة (YES) مدخلها S1 ومخرجها H1 وفي الشكل جـ فإن اللبنة تضيء عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما أي أن حالة H1 تكون 1 إذا كان حالة الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما يساوي 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة OR مدخلها S1,S2 و مخرجها H1 .

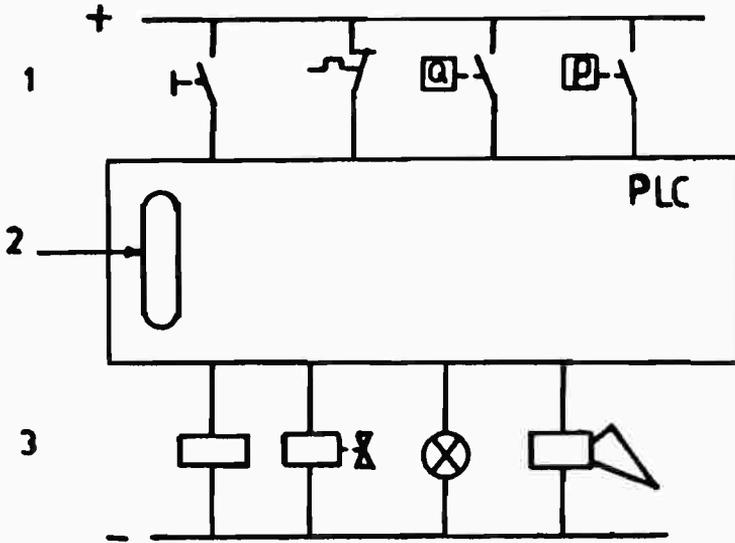


الشكل (١-٥)

١-٤-٢ الحاكمتات القابلة للبرمجة

إن PLC هي اختصار Programable Logic Controller أي جهاز التحكم المبرمج وأجهزة التحكم المبرمج هي أجهزة إلكترونية رقمية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برنامج المستخدم و الذي يتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة مثل البوابات المنطقية والمؤقتات الزمنية و العدادات والعمليات الحسابية والمنطقية الخ وذلك للتحكم في العمليات الصناعية وفي الشكل (١-٦) مخطط توضيحي لجهاز تحكم مبرمج وكما هو واضح من هذا الشكل أن جهاز التحكم المبرمج له عدة مداخل توصل مع أجهزة المداخل مثل الضواغط والمفاتيح ومفاتيح

نهاية المشوار و المفاتيح التقاربية ومفاتيح العوامات الخ وله أيضا عدة مخارج توصل مع أجهزة المخارج مثل ملفات الكروتاكتورات Contactors ولمبات البيان و المحابس الكهربائية والأبراق الخ وله أيضا مدخل لتوصيل جهاز البرمجة وذلك لإمكانية إدخال برنامج المستخدم حتى يستعرض ذاكرته الداخلية .



الشكل (٦-١)

محتويات الشكل (٦-١) :-

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | أجهزة المدخل |
| 2 | مكان توصيل كابل جهاز البرمجة |
| 3 | أجهزة المخارج |
| 4 | جهاز التحكم المبرمج |

١-٤-٣ مقارنة بين الحاكومات القابلة للبرمجة ودوائر التحكم بالمفاتيح

الكهرومغناطيسية

لمعرفة الفرق بين الحاكومات القابلة للبرمجة و دوائر التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية إليك

المثال التالي المبين بالشكل (٧-١) .

فالشكل (أ) يعرض المخطط التقني لعملية صناعية بسيطة تتلخص في أن المحبس الكهربائي Y1 يفتح

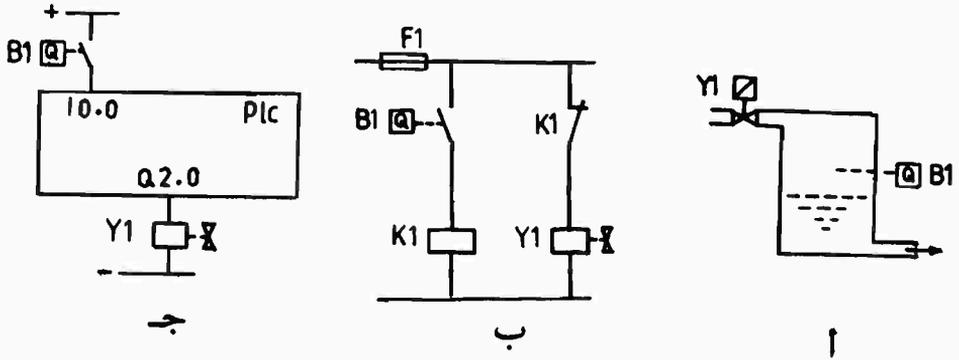
عندما يكون مستوى السائل في الخزان أقل من مستوى العوامة B1 وفي الشكل (ب) دائرة

التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية والمستخدمة في تحقيق الأداء المطلوب و فيما يلي قائمة الجمل

البرنامج المستخدم المطلوب إدخاله البيانات العملية

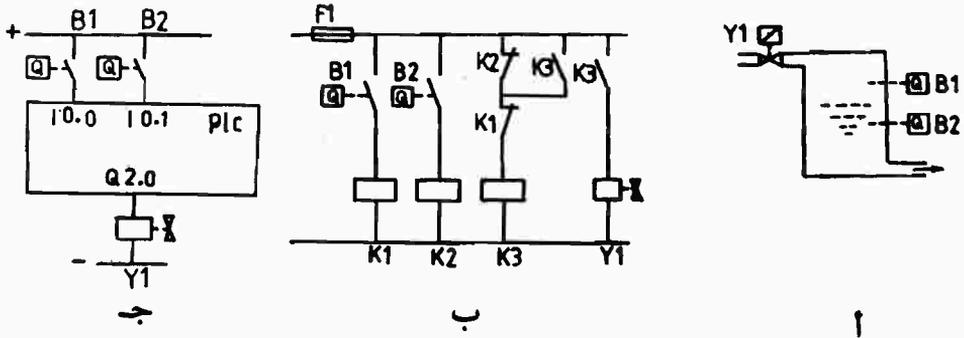
A I0.0

= Q2.0



الشكل (٧-١)

ولو افترضنا أننا نود تعديل أداء العملية الصناعية و ذلك بإضافة عوامة أخرى أسفل الخزان كما هو مبين بالشكل (٨-١) .



الشكل (٨-١)

بحيث أن المحبس Y1 لا يفتح إلا عندما ينخفض مستوى السائل في الخزان عن العوامة B2 ويستمر على هذا الحال إلى أن يمتلئ الخزان بالماء وصولاً إلى العوامة B1 و لتحقيق هذا الأداء يلزم تعديل دائرة التحكم بالمفاتيح الكهرومغناطيسية السابقة لتصبح كما بالشكل (ب) في حين أنه عند استخدام جهاز تحكم مبرمج فإنه يتم تعديل مخطط التوصيل مع الجهاز ليصبح كما بالشكل (ج)

ويعدل قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله لتصبح كما يلي :-

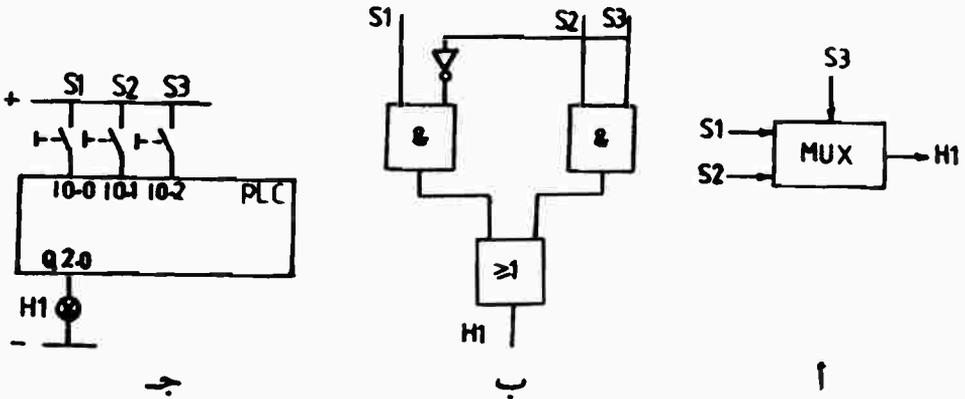
البيانات	العملية
A(
ON	I1.0
O.	Q2.0
)	
AN	I2.0
-	Q2.0

ومن هذا المثال يتضح أنه لإجراء عملية التعديل عند استخدام دوائر التحكم بالمفاتيح

الكهرومغناطيسية نحتاج لتعديل دائرة التحكم باستخدام مفاتيح كهرومغناطيسين K2, K3 بالإضافة إلى مفتاح العوامة B3 مع تعديل التوصيل ولكن عند استخدام جهاز التحكم المبرمج لم نحتاج إلا لتعديل البرامج فقط و لم نحتاج لتعديل مخطط التوصيل للجهاز سوى إضافة مفتاح عوامة يوصل بأحد مداخل جهاز التحكم المبرمج الغير مستخدمة ومن هذا يتضح مرونة أجهزة التحكم المبرمج عن دوائر المفاتيح الكهرومغناطيسية .

١-٤-٤ مقارنة بين الحاكمات المبرجة والدوائر المنطقية

لمعرفة الفرق بين الحاكمات القابلة للبرجة والدوائر المنطقية إليك المثال التالي المبين بالشكل (١-٩).



الشكل (١-٩)

الشكل (أ) يبين الرمز المنطقي لمنتخب بيانات Multiplexer بمدخلين S1, S2 و الشكل (ب)

يبين الدائرة المنطقية المكافئة و يقوم منتخبة البيانات بإخراج حالة المدخل الذي عنوانه يحدد بحالة الإشارة القادمة من دخل العنوان S3 فمثلا إذا كانت الإشارة 0 فإن حالة المدخل S1 تنتقل إلى H1 فإذا كانت حالة المدخل S1 هي الحالة 0 فإن اللبنة H1 ستنتفي و إذا كانت حالة المدخل S1 هي 1 فإن اللبنة H1 ستضيء أما إذا كانت الإشارة القادمة من S3 هي 1 فإن حالة المدخل S2 تنتقل إلى H1 والجدول (١-١) يوضح ذلك .

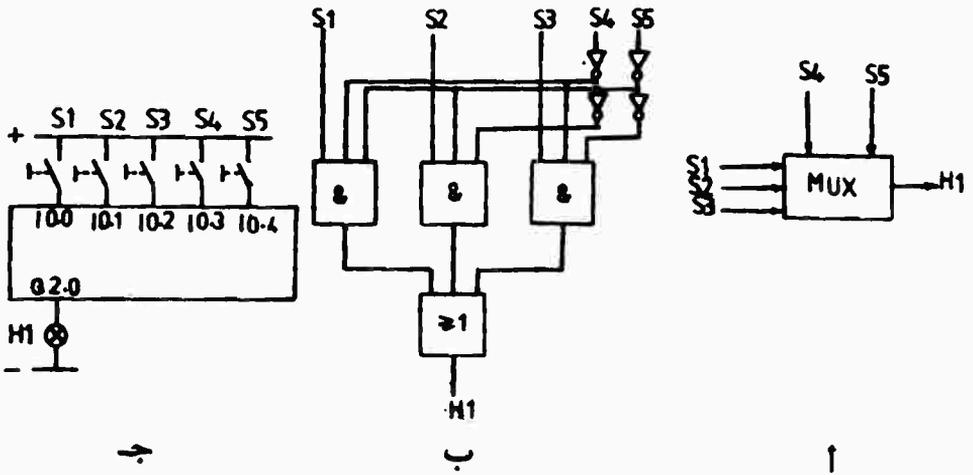
الجدول (١-١)

العنوان S3	الخروج H1
0	S1
1	S2

ويمكن تحقيق عمل منتخبة البيانات باستخدام جهاز التحكم المبرمج و الشكل (ج) يوضح مخطط التوصيل بالجهاز وفيما يلي قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله .

البيانات	العملية
I 0.0	A
I 0.2	AN
	O
I 0.3	A
I 0.2	A
Q 2.0	=

فإذا احتجنا لتعديل عدد مداخل منتخبة البيانات ليصبحوا ثلاثة مداخل بدلا من مدخلين فإن هذا يلزمه تعديل في الدائرة المنطقية كما هو مبين بالشكل (١-١٠) .
ففي الشكل (أ) الرمز المنطقي لمنتخبة بيانات بثلاثة مداخل وفي الشكل (ب) الدائرة المنطقية المكافئة وفي الشكل (ج) مخطط التوصيل مع جهاز PLC .



الشكل (١-١٠)

وفيما يلي قائمة الجمل لبرنامج المستخدم المطلوب إدخاله .

البيانات	العملية
10.0	A
10.3	AN
10.4	AN
	O
10.1	A
10.3	A
10.4	AN
	O
10.2	A
10.3	AN
10.4	A
Q 2.0	=

وفي هذا المثال يلاحظ أنه لبناء منتخب بيانات بمدخلين احتجنا لأربعة بوابات منطقية ولتعديل منتخب البيانات ليصبح بثلاث مداخل بدلا من مدخلين احتجنا لثمانى بوابات بدلا من أربع مع تعديل مخطط التوصيل كليا أما عند استخدام جهاز PLC لم نحتاج إلا لتعديل البرنامج ولم نحتاج لتعديل مخطط التوصيل لجهاز PLC سوى زيادة عدد المداخل وهو مطلوب أيضا في الدائرة المنطقية ومن هنا يتضح مرونة أجهزة التحكم المبرمج في التحكم عن الدوائر المنطقية .

١-٤-٥ مميزات أجهزة التحكم المبرمج

هناك الكثير من المميزات نذكر منها ما يلي :-

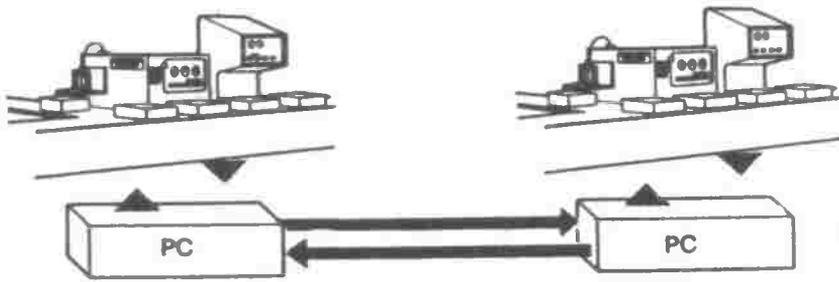
١- التحكم المرن :- والمقصود بالتحكم المرن هو سهولة تغيير أداء العمليات الصناعية لمواكبة أي توسعات و ذلك بتعديل برنامج التشغيل و ذلك موضح بالتفصيل في الفقرة ١-٤-٣ والفقرة ١-٤-٤ .

٢-الصيانة واكتشاف الأعطال :- إن أجهزة التحكم المبرمج هي أجهزة إلكترونية لذلك فهي لا تحتاج لصيانة و هي معدة لإعطاء بيان عن أعطالها تماما مثل أجهزة الحاسبات .

٣-صغر الحجم مع إمكانياتها العالية :- إن أجهزة التحكم المبرمج صغيرة جدا مقارنة بالأنواع الأخرى من الحاكمات . فيمكن القول أن أجهزة التحكم المبرمج أبعاده 15*20*30 cm يمكن أن يحل محل 400 مفتاح كهرومغناطيسي ، 30 عداد ، 30 مؤقت بالإضافة إلى قدراته العالية للقيام بالعمليات الحسابية والمنطقية و المقارنة ... الخ .

٤- خصائصها لا تتوفر في أجهزة الحاسبات المعتادة :- إن أجهزة التحكم المبرمج معدة للعمل في البيئة الصناعية التي تتميز باختلاف كبير في درجات الحرارة والرطوبة ووجود ضوضاء عالية و اهتزازات شديدة و كذلك فهي مصممة علي أن يقوم بتكبيها و برمجتها مهندس الموقع مثل المهندسين الكهربائيين الذين ليس لديهم مهارات خاصة بالإلكترونيات الرقمية ولا علوم الحاسب

٥- يمكن أن تعمل داخل شبكة :- يمكن استخدام مجموعة من أجهزة التحكم المبرمج للتحكم في الماكينات المختلفة المكونة لخطوط الإنتاج ثم الربط بين هذه الأجهزة بواسطة شبكة محلية LAN يتم من خلالها تبادل البيانات اللازمة للتشغيل و الشكل (١-١١) يبين خطي إنتاج يتم التحكم في كل منهما بجهاز تحكم مبرمج PC و يتم تبادل البيانات بين جهازي التحكم المبرمج من خلال شبكة اتصالات محلية .

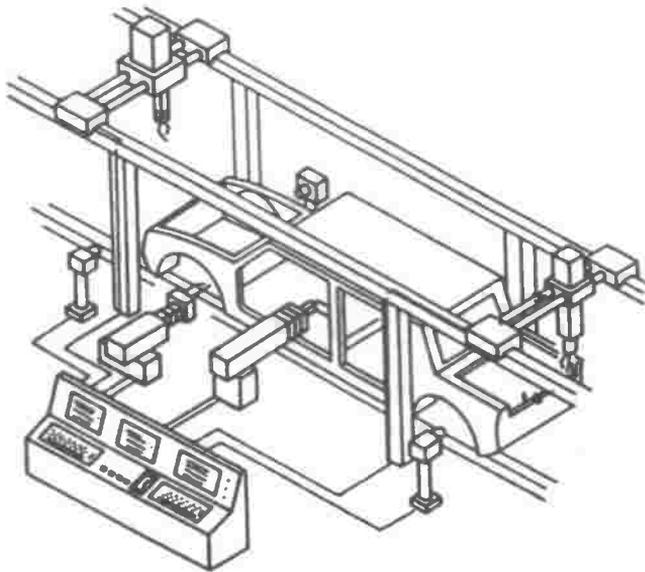


الشكل (١١-١)

١-٤-٦ استخدام أجهزة التحكم المبرمج

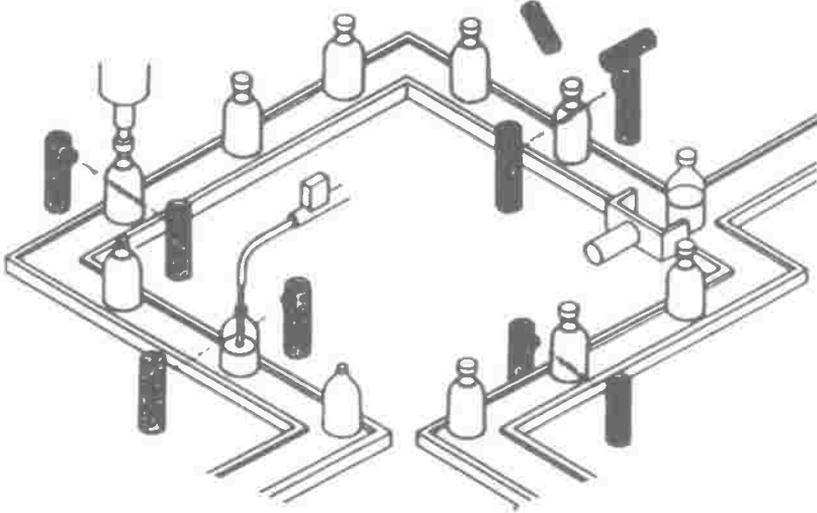
شملت استخدامات أجهزة التحكم المبرمج جميع ميادين الصناعة تقريبا على سبيل المثال صناعة لزجاج و الصناعات الكيميائية والبترو كيميائية و صناعة الحديد والصلب و صناعة الورق و صناعة لأغذية والأدوية و صناعة السيارات و محطات توليد الكهرباء الخ .

والشكل (١٢-١) يعرض مخطط توضيحي لوحدة لحام أوتوماتيكية تستخدم في أحد مصانع لسيارات ويمكن التحكم فيها بواسطة جهاز تحكم مبرمج PLC .



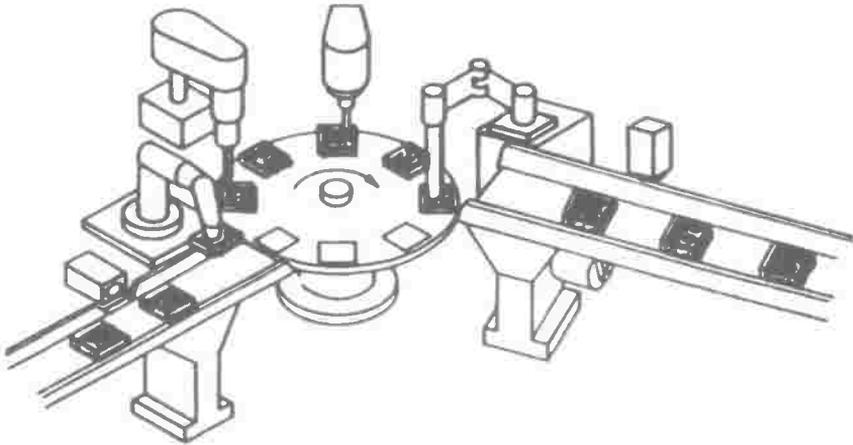
الشكل (١٢-١)

والشكل (١٣-١) يعرض مخطط توضيحي لوحدة تعبئة فاروررات في أحد مصانع الأدوية تستخدم جهاز تحكم مبرمج حيث يتم في هذه الوحدة عادة عمليات مثل تحديد مواقع Detection وفحص Inspection ومراقبة Monitoring وعد Counting وإعطاء تقارير Documentation .



الشكل (١٣-١)

والشكل (١٤-١) يعرض مخطط توضيحي لطاولة تقسيم Indexing في أحد الورش تستخدم جهاز تحكم مبرمج .



الشكل (١٤-١)

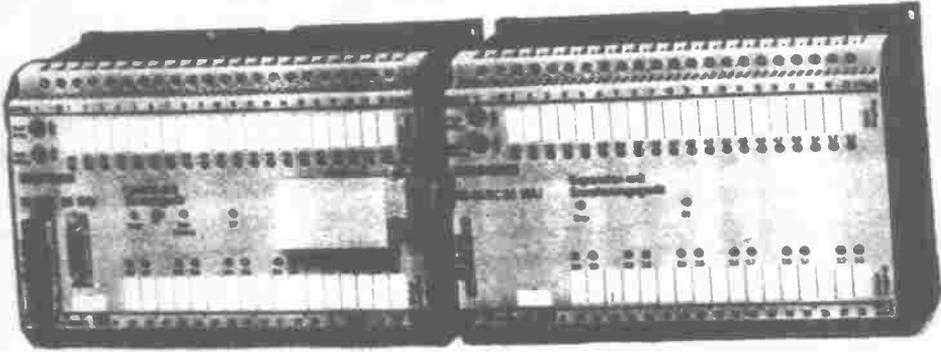
١-٥ تركيب أجهزة التحكم المبرمج

يتركب جهاز التحكم المبرمج PLC من :-

- ١- معالج العمليات الحسابية CPU .
- ٢- وحدات ربط المداخل الرقمية Digital Input Interface .
- ٣- وحدات ربط المداخل التناظرية Analog Input Interface .
- ٤- وحدات ربط المخرجات الرقمية Digital Output Interface .
- ٥- وحدات ربط المخرجات التناظرية Analog Output Interface .

و يوجد نوعان من أجهزة التحكم المبرمج وهما :-

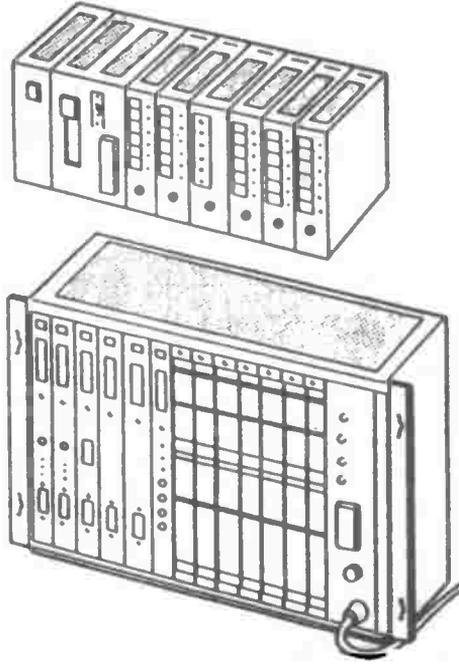
النوع الأول :- هي أجهزة التحكم المبرمج المتكاملة Compact type حيث توجد جميع العناصر السابقة في غلاف واحد و تستخدم هذه الأجهزة للتحكم في العمليات الصناعية الصغيرة والشكل (١-١٥) يعرض نموذج لجهاز تحكم مبرمج متكامل من صناعة شركة Siemens طراز S5-101U وموصل معه وحدة توسعه Expansion type لزيادة عدد المداخل والمخارج فالجهاز الأساسي Control unit (الأيسر) يحتوي على 12 مدخل و 20 مخرج رقمي .



الشكل (١-١٥)

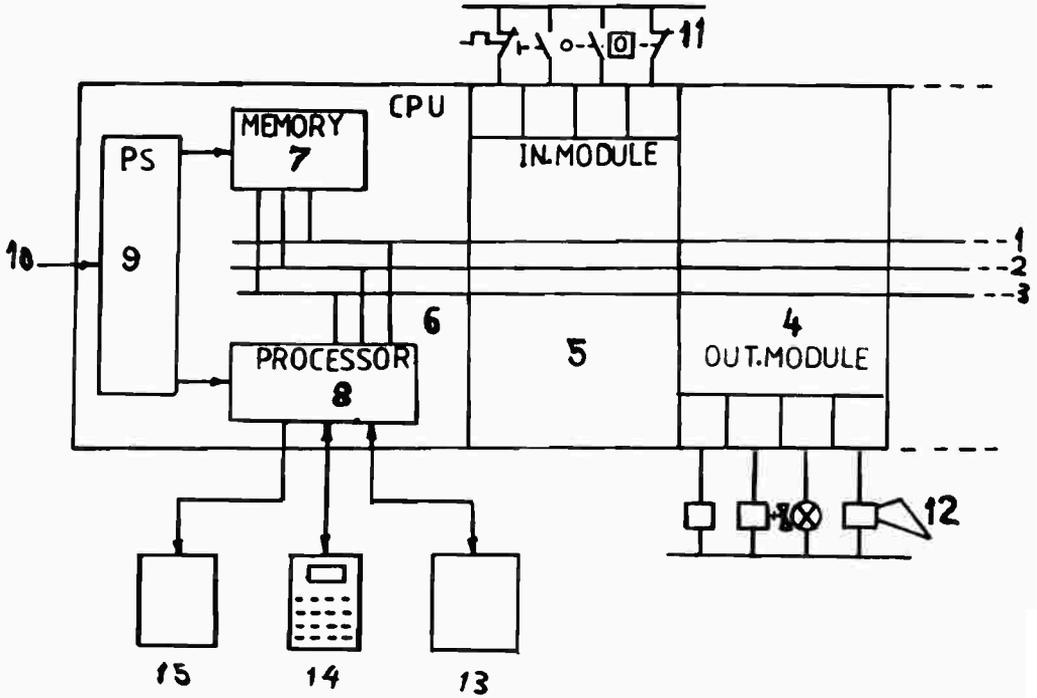
النوع الثاني:- أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Moduled Type حيث يخصص غلاف لكل عنصر من العناصر المكونة لجهاز التحكم المبرمج و يسمى Module فيوجد موديول لمصدر القدرة Power Supply وموديول لوحدة المعالجة المركزية CPU وموديول مداخل رقمية Digital Input وموديول مخرجات رقمية Digital Output وموديول مداخل تناظرية Analog Input وموديول مخرجات تناظرية Analog Output بالإضافة إلى مجموعة من موديولات الوظائف

الخارجية مثل مودبول عداد خارجي ومودبول مؤقت خارجي و مودبول أعطال خارجي ومودبول
طابعة الخ والشكل (١٦-١) يعرض نموذجين توضيحيين لأجهزة التحكم المبرمج المجزأة .



الشكل (١٦-١)

وفي الشكل (١٧-١) مخطط مبسط يبين تركيب أجهزة التحكم المبرمج بصفة عامة .



الشكل (١-١٧)

حيث أن :-

9	مصدر القدرة	1	مسار جهد +9V
10	المصدر الكهربائي	2	مسار الأرضي GND
11	أجهزة مداخل رقمية	3	مسار البيانات DATA
12	أجهزة مخارج رقمية	4	وحدة ربط المخارج الرقمية
13	ذاكرة خارجية	5	وحدة ربط المداخل الرقمية
14	وحدة البرمجة	6	وحدة المعالجة المركزية
15	طابعة	7	الذاكرة الداخلية
		8	المعالج

والشكل (١-١٨) يبين مخطط توضيحي لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل مزود بعدد 2 بايت

I 0.0 , I 0.1

0.7 -هم:-

I 1.0 , I 1.1

1.7

I 2.0, I 2.1

2.7

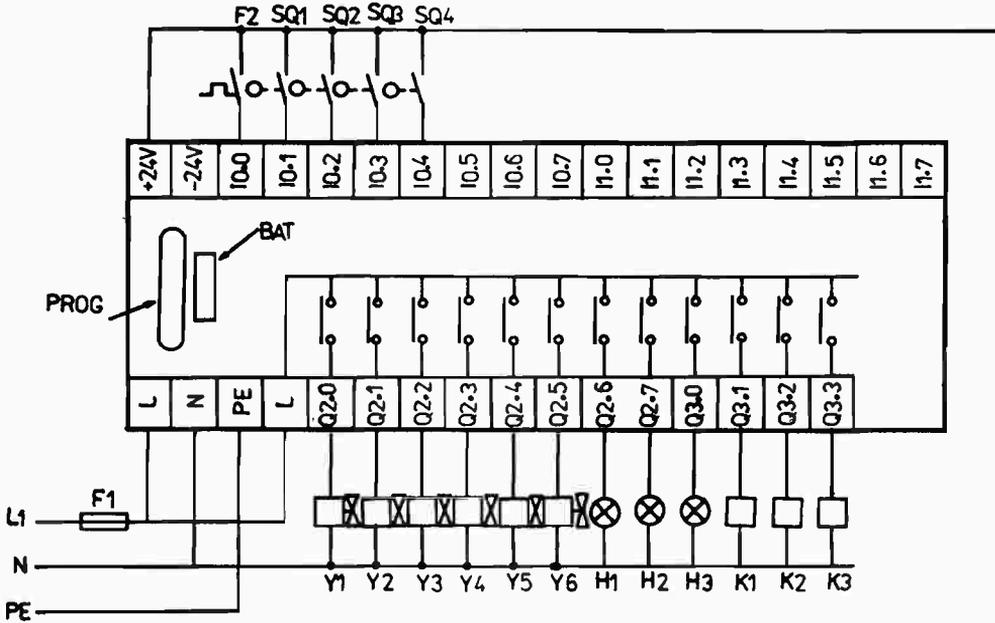
و عدد بايتين مخارج رقمية وهم :-

Q3.0, Q3.1,

3.7

Q4.0, Q4.1

4.7



الشكل (١-١٨)

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح أجهزة المدخل الرقمية Input Devices بمدخل الجهاز حيث يتم تغذيتها بجهد +24V من مصدر جهد داخلي بالجهاز وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المخارج الرقمية Output Devices بمخارج الجهاز كذلك طريقة تغذية الجهاز بمصدر جهد 220V متردد .

١-٥-١ معالج العمليات المركزية CPU

يتكون معالج العمليات المركزية CPU من ثلاثة عناصر وهم :-

أ- الذاكرة Memory

ب- المعالج Processor

ج- مصدر القدرة Power Supply

علما بأن بعض الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج تفصل مصدر القدرة عن معالج العمليات المركزية CPU .

أولا الذاكرة الداخلية

تصنع ذاكرة أجهزة التحكم المبرمج الداخلية من شرائح أشباه الموصلات **Semi Conductors Chips** وهناك نوعان من أشباه الموصلات المكونة للذاكرة الداخلية للجهاز التحكم المبرمج وهما:-

١- ذاكرة القراءة العشوائية ROM :-

ويخزن في هذه الذاكرة نظام التشغيل لجهاز التحكم المبرمج وهذه الذاكرة لا يستطيع المستخدم الوصول إلى محتوياتها كما أن هذه الذاكرة تحتفظ بمحتوياته تحت أي ظروف .

٢- ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM:-

وهذه الذاكرة تفقد محتوياتها إذا انقطع مصدر التيار الكهربائي عنها ويمكن الاحتفاظ بمحتوياتها عند انقطاع مصدر التيار الكهربائي عنها باستخدام بطارية لها مكان معد في أجهزة التحكم المبرمج . وتقاس سعة أجهزة التحكم المبرمج بسعة RAM لها فإذا كانت سعة جهاز تحكم مبرمج 1KB يعني هذا أن سعة ذاكرة RAM له 1024 B و يخزن في ذاكرة RAM حالة المدخل والمخارج

اللحظية والقيمة الجارية للموقتات والعدادات وحالة وحدات الذاكرة الداخلية **Flags**

و الشكل (١-١٩) يبين محتويات الذاكرة الداخلية و يلاحظ أن الذاكرة الداخلية تقسم إلى عدة أقسام لتخزين حالات كلا من :-

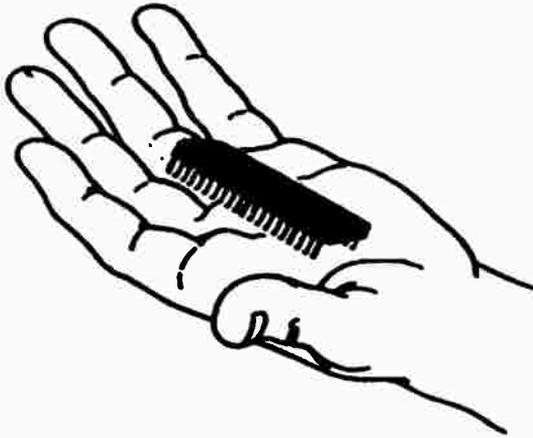
- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ١- المدخل الرقمية | ٥- القيمة الجارية للموقتات |
| ٢- المدخل التناظرية | ٦- القيمة لجارية للعدادات |
| ٣- المخارج الرقمية | ٧- حالة الأعلام |
| ٤- المخارج التناظرية | ٨- برنامج التشغيل . |

حالة المداخل الرقمية
حالة المداخل التناظرية
القيمة الجارية للموقتات
القيمة الجارية للعدادات
حالة الأعلام
برنامج التشغيل
بيانات النظام

الشكل (١-١٩)

ثانيا المعالج Processor

يصنع المعالج من شرائح أشباه الموصلات و يقوم المعالج بالتحكم في تنفيذ برنامج المستخدم أخذا في الاعتبار حالة المداخل اللحظية و كذلك القيمة الجارية للموقتات الزمنية و العدادات و كذلك حالة الأعلام ثم إعطاء أوامر تشغيل المخارج والتي تستقر في المساحة المخصصة لحالة المخارج اللحظية في الذاكرة الداخلية RAM ومنها الي وحدة ربط المخارج ثم الي أجهزة



الشكل (١-٢٠)

المخارج و سيتضح وظيفة المعالج عند دراسة دورة التشغيل في الفقرة (١-٧) والشكل (١-٢٠) يعرض صورة لشريحة المعالج 8088 بعد نزعها من جهاز PLC .

أما الشكل (١-٢١) فيعرض موديول وحدة معالجة مركزية طراز CPU 103 من إنتاج شركة Siemens وفيما يلي أهم مواصفاته الفنية :-

سعة الذاكرة الداخلية RAM

1024 جملة

الذاكرات الخارجية التي تستخدم معها

EPROM / EEPROM

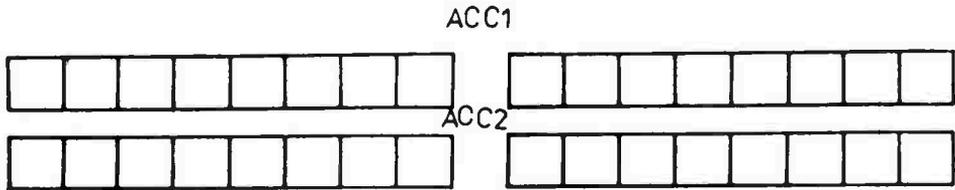
1.6 زمن تنفيذ العمليات الثنائية



125	زمن تنفيذ عمليات الكلمات
500ms	زمن المسح
2560	عدد الأعلام المتاحة
128	عدد الموقتات المتاحة
128	عدد العدادات المتاحة
	عدد المدخل والمخارج الرقمية المتاحة
256	
	عدد المدخل والمخارج التناظرية المتاحة
32	
+24 V	جهد المصدر
1A	التيار المستهلك
ليثيوم	نوع البطارية المستخدمة معه

الشكل (١-٢١)

ويحتوي CPU علي مركبين 2 Accumulators كلا منهما يتكون من 16 خانة و هما يستخدمان في إجراء العمليات الحسابية والمنطقية والمقارنة والنقل والتحميل والشكل (١-٢٢) بين مركبي جهاز التحكم المبرمج وكذلك يحتوي CPU علي أربعة مسجلات Condition Registers و هما كما يلي :-



الشكل (١-٢٢)

١- مسجل حالة العمليات الثنائية RLO :- ويخزن فيه نتيجة العملية الثنائية Binary Operation.

٢- مسجل الحالة الموجية CC1 :- وتكون حالته 1 عندما تكون نتيجة العملية الحسابية أو الإزاحة أو التحويل موجبة .

٣- مسجل الحالة السالبة CC0 :- وتكون حالته 1 عندما تكون نتيجة العملية الحسابية أو

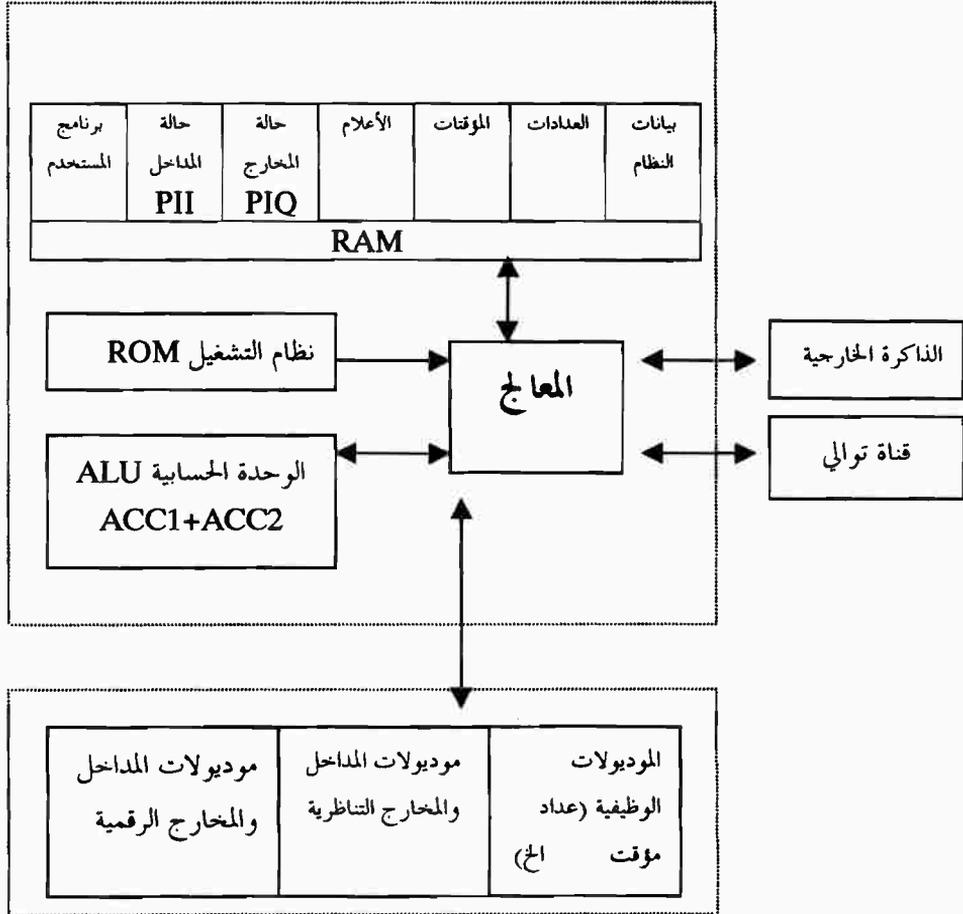
الإزاحة أو التحويل سالبة .

٤-مسجل العمر OVF :- وتكون حالته 1 عندما يكون هناك باقى بعد إجراء العملية الحسابية أو الإزاحة أو التحويل .

والشكل (٢٣-١) يبين مخطط الوظيفة لجهاز التحكم المبرمج SS-100U من إنتاج شركة

CPU

Siemens



الشكل (٢٣-١)

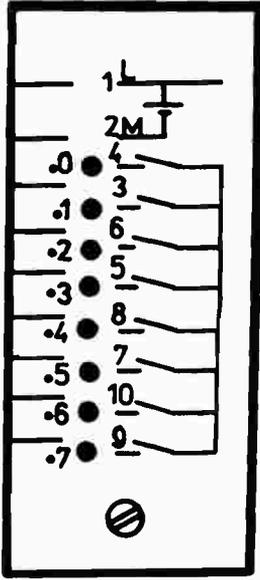
١-٥-٢ وحدة ربط المدخل الرقمية Digital Input Interface

وهذه الوحدة مسئولة عن جهد الإشارات القادمة من أجهزة المدخل لتناسب مع جهد التشغيل للـ CPU والذي يساوي +9V و الشكل (٢٤-١) يعرض موديول مدخل رقمية من إنتاج شركة Siemens .

و فيما يلي أهم مواصفاته الفنية :-

8	عدد المدخل المتاحة
+24 V	جهد المصدر
13:33 V	جهد الإشارة العالية
0:5 V	جهد الإشارة المنخفضة

أما الشكل (٢٥-١) فيوضح فكرة عمل موديول ربط المدخل الرقمية فعندما تغلق ريشة جهاز المدخل الرقمية S1 يضيئ الدايور الضوئي D1 للدلالة على وصول إشارة عالية وكذلك يضيئ الدايور الضوئي D2 فيتحول الترانزيستور الضوئي T1 لحالة الوصل وتصل نبضة عالية عبر بوابة النفي لشميت N1 إلى مسار البيانات DATA لتصل إلى CPU الموصل مع نفس المسار .

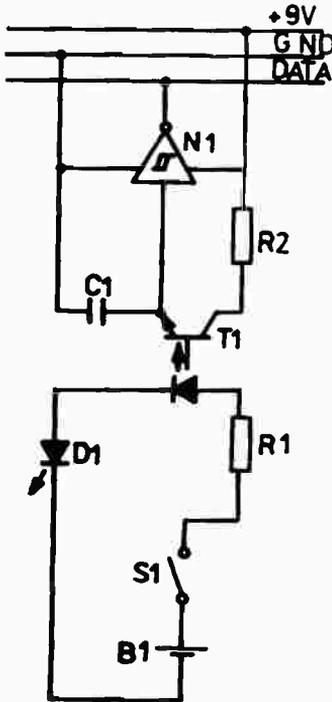


الشكل (٢٤-١)

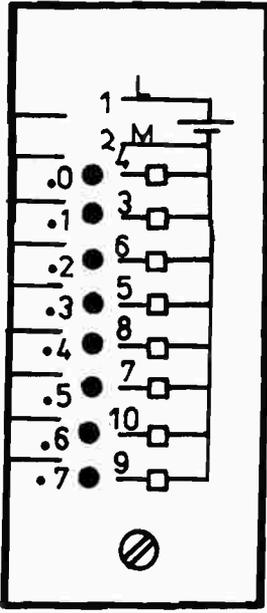
١-٥-٣ وحدة ربط المخارج الرقمية

Digital Output Module

و هي الوحدة المسئولة عن تهيئة جهد الإشارات القادمة من CPU حتى يناسب عمل أجهزة المخارج الرقمية مثل الكونتاكتورات أو لمبات البيان أو الصمامات الكهربائية أو الصمامات الإتجاهيه أو الأبواب .



الشكل (٢٥-١)



الشكل (٢٦-١)

والشكل (٢٦-١) يعرض موديول مخارج رقمية من إنتاج

شركة Siemens .

أهم مواصفاته الفنية :-

8	عدد المخارج المتاحة
+24 V	جهد المصدر
+24 V	جهد الخرج العالي
+4.8 V	جهد الخرج المنخفض
100 HZ	أقصى ترد للوصل و الفصل
4A	أقصى تيار مسحوب من أجهزة المخرج كلها
1A	تيار الخرج الأقصى للمخرج الواحد
	لا يوجد حماية ضد القصر على المخارج
ترانزستور	نوعية الخرج

والجددير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع لمخارج وحدات

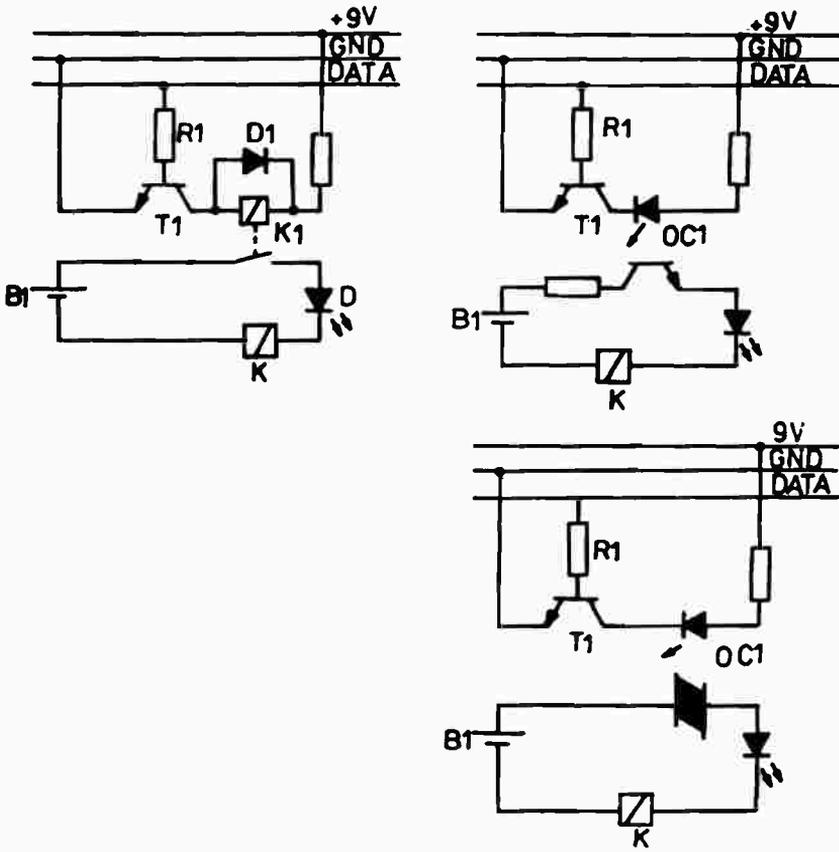
الربط الرقمية وهم :-

١- خرج على مفتاح كهرومغناطيسي (ريلاي) Relay

٢- خرج على ترانزستور Transistor

٣- خرج على تريك Triac

والشكل (٢٧-١) يبين فكرة عمل وحدات ربط المخارج التي خرجها ريلاي (الشكل أ) والتي خرجها ترانزستور (الشكل ب) والتي خرجها تريك (الشكل ج) علما بأن وحدات ربط المخارج التي خرجها على ريلاي تستخدم عند عدم الحاجة لسرعات عالية عند الوصل والفصل مع أجهزة المخارج التي تحتاج لتيارات عالية ووحدات ربط المخارج التي خرجها ترانزستور تستخدم عند الحاجة لسرعات عالية و تيارات منخفضة و وحدات ربط المخارج التي خرجها تريك تستخدم عند الحاجة لسرعات عالية و تيارات عالية .



الشكل (٢٧-١)

٤-٥-١ وحدة ربط المداخل التناظرية Analog Input Interface

يوجد ثلاثة أنواع من وحدات ربط المداخل التناظرية وهم كما يلي :-

١- وحدات مداخل تناظرية تعمل بإشارات تيار $0: 20 \text{ mA}$

٢- وحدات داخل تناظرية تعمل بإشارات جهد $0: 1 \text{ V}$ أو $0: 10 \text{ V}$

٣- وحدات مداخل تناظرية تعمل بمقاومات متغيرة $0: 100 \text{ k}\Omega$

ففي حالة الحاكومات القابلة للبرمجة أو الجزأة فإنه يتم اختيار موديولات ربط المداخل التناظرية تبعاً لنوعية المحسات Tranceduser المستخدمة في العملية الصناعية حيث تتواجد المحسات في ثلاثة صور وهم :-

١- محسات تيار وهي تعطي تيار يتراوح ما بين $(0: 20 \text{ mA})$

٢- محسات جهد وهي تعطي جهد $(0: 10 \text{ V})$ أو $(0: 1 \text{ V})$ أو $(0: 5 \text{ V})$

٣- مجسات غير فعالة وهي عبارة عن مقاومة تتغير قيمتها تبعاً لقيمة الكمية المقاسة و منها ما تتراوح مقاومته ما بين (0:100 k Ω) .

والشكل (٢٨-١) يعرض موديول مداخل تناظرية من صناعة شركة Siemens

أهم المواصفات الفنية :-

عدد المداخل 4

مقاومة الدخل 50 k Ω

يتم توصيل الملفات عن طريق موصلين

جهد الدخل المسموح به لكل قناة 0:10 v

جهد المصدر الكهربائي لا يوجد

والشكل (٢٩-١) يبين فكرة عمل الأنواع المختلفة لوحدة

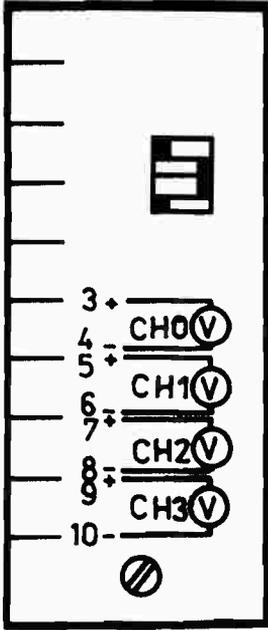
ربط المداخل التناظرية والتي تغذي بإشارة جهد (الشكل أ)

وإشارة تيار (الشكل ب) و بمقاومة متغيرة (الشكل ج) علماً

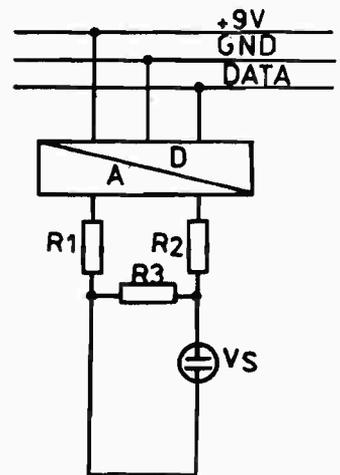
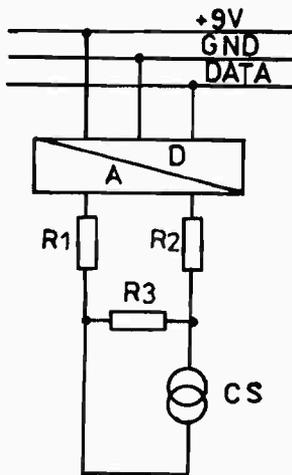
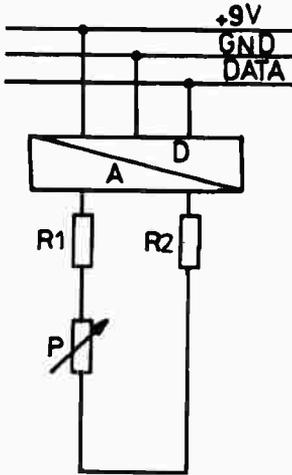
بأن كلا منهم تحتوي علي وحدة تحويل إشارات تناظرية إلى

رقمية A / D لتحويل إشارات الدخل التناظرية إلى إشارة

رقمية تناسب وحدة CPU .



الشكل (٢٨-١)



الشكل (٢٩-١)

١-٥-٥ وحدات ربط المخارج التناظرية Analog Output Interface

يوجد نوعان من وحدات ربط المخارج التناظرية و هم كما يلي :-

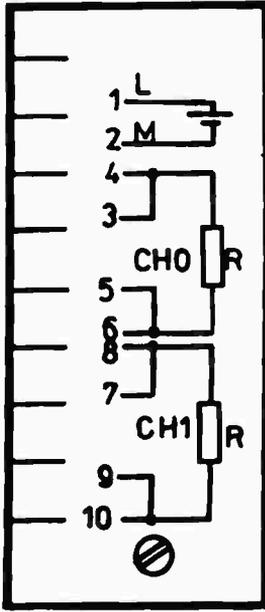
١- وحدات ربط مخارج تناظرية لها تيار خرج يتراوح ما بين (0:20 mA)

٢- وحدات ربط مخارج تناظرية لها جهد خرج يتراوح ما بين (0:10 V)

ففي حالة الحاكمت القابلة للبرمجة و الجزأة فإنه يتم اختيار مودول المخارج التناظرية تبعاً لنوعية أجهزة المخارج التناظرية المستخدمة فإذا كانت تعمل بإشارة تيار من (0:20 mA) يتم اختيار النوع الأول وإذا كانت تعمل بإشارة جهد من (0:10 V) يتم اختيار النوع الثاني وهكذا .

والشكل (١-٣٠) يعرض نموذج لمودول مخارج تناظري بقناتين خرج من (5 V : 1) من إنتاج

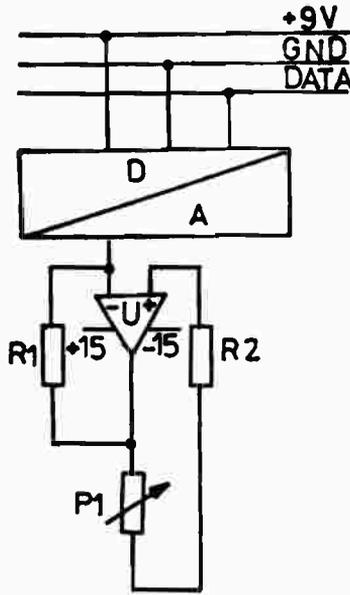
شركة Siemens وفي ما يلي أهم المواصفات الفنية :-



عدد قنوات الخرج	2 قناة
مقاومة الحمل الصغرى	3.3 K Ω
عدد أطراف الحمل	2 أو 4
يوجد حماية من القصر	
جهد المصدر الكهربى	+24 V
جهد الخرج لكل قناة	(0:+5 V)
تيار القصر	30 mA

الشكل (١-٣٠)

والشكل (١-٣١) يبين فكرة عمل وحدة ربط المخارج التناظرية علماً بأنها تحتوي على وحدة تحويل من إشارات رقمية / تناظرية D/A لتحويل إشارات الخرج الرقمية لوحدة CPU إلى إشارة تناظرية تناسب الحمل .



الشكل (١-٣١)

١-٥-٦ وحدة مسارات الاتصالات Communication Busunit

وتقوم هذه الوحدة بتوفير مسارات الاتصالات اللازمة بين معالج البيانات المركزية CPU ووحدات ربط المداخل والمخارج الرقمية والتناظرية

وتوفر هذه الوحدات ثلاثة أنواع مختلفة لمسارات الاتصالات وهم :-

١- مسار البيانات Data Bus

٢- مسار العنوان Address Bus

٣- مسار التحكم Control Bus

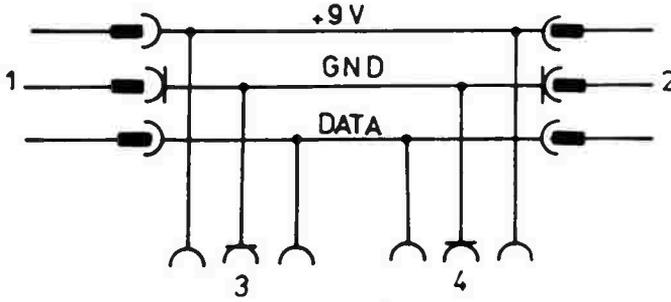
وفي حالة أجهزة التحكم المبرمج المجزأة فإن وحدات مسارات الاتصالات توصل تنابعا مع موديول CPU ثم يتم تركيب موديولات المداخل والمخارج المختلفة فوق وحدات مسار الاتصالات فمثلا

شركة Siemens تصنع وحدة مسار اتصالات لأجهزة التحكم المبرمج طراز S5-100u , S5-102u , S5-103u, توفر مسارات الاتصالات لموديولين مختلفين سواء مداخل أو مخارج

رقمية أو تناظرية أو غيرهما كما بالشكل (١-٣٢) حيث أن :-

1 توصل بوحدة مسار الاتصالات السابقة

2 توصل بوحدة مسار الاتصالات التالية

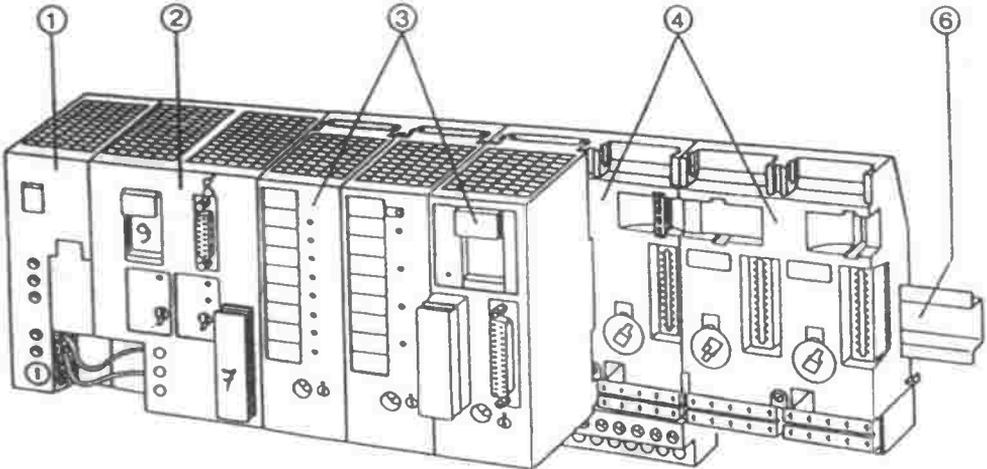


الشكل (٣٢-١)

والشكل (٣٣-١) يعرض نموذج لجهاز تحكم مبرمج مجزأ طراز S5-100u من إنتاج شركة

Siemens حيث أن :-

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 6 | مصدر القدرة | 1 | قضبان أو ميخا تثبت فوقها الموديولات |
| 7 | وحدة المعالجة المركزية CPU | 2 | وحدة ذاكرة خارجية |
| 8 | موديولات مداخل و مخارج وموديول طباعة | 3 | مكان توصيل كابل وحدة البرمجة |
| 9 | وحدة مسارات الاتصالات | 4 | مكان وضع بطارية ليثيوم |



الشكل (٣٣-١)

٦-١ مبدأ عمل أجهزة التحكم المبرمج

سنتناول في هذه الفقرة طريقة تنفيذ CPU لبرنامج التشغيل وكذلك زمن استجابة جهاز التحكم المبرمج .

أولا تنفيذ برنامج التشغيل

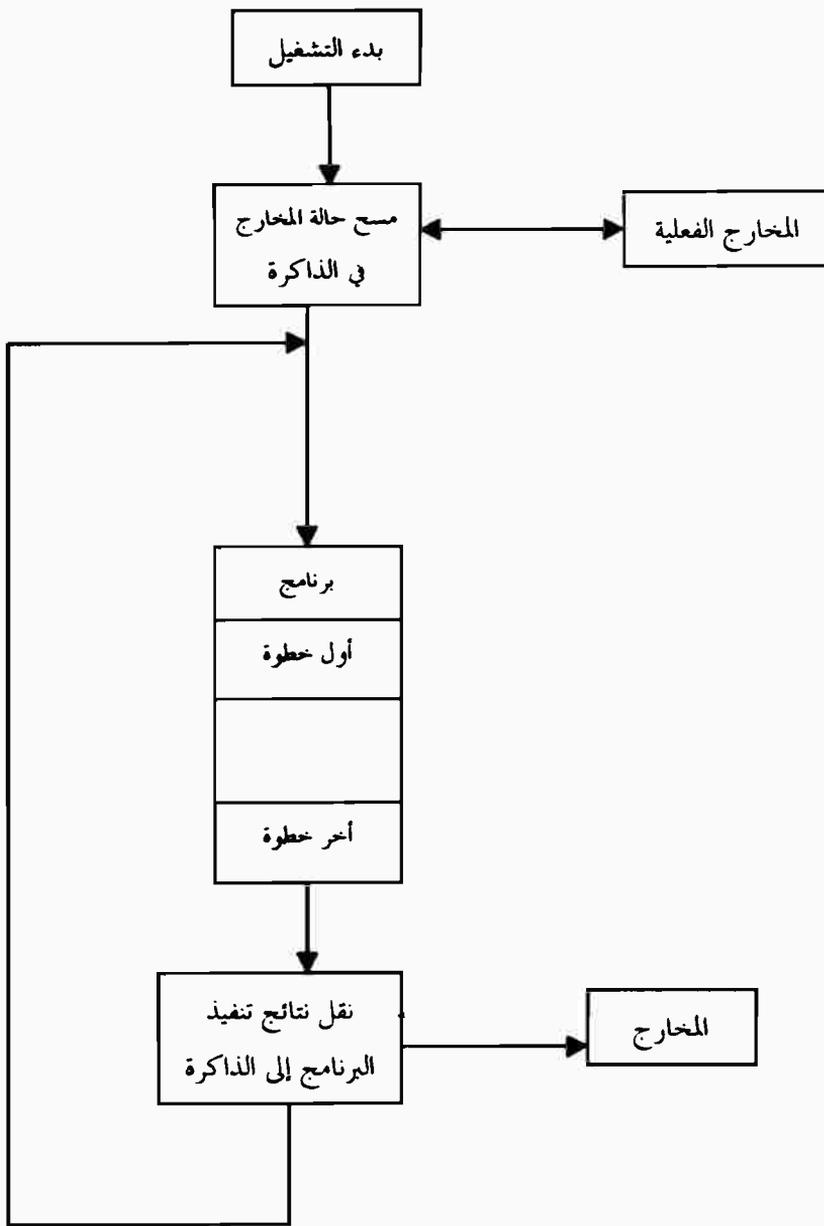
لتنفيذ برنامج التشغيل الموجود في RAM تقوم وحدة المعالجة المركزية CPU بإجراء العمليات الآتية :-

- ١- عند بدأ تشغيل جهاز PLC مسح حالة المخارج في الذاكرة لتصبح 0 .
 - ٢- تنقل حالة المدخل الحقيقية من أجهزة المدخل إلى المساحة المخصصة لها في RAM في صورة 0 أو 1 .
 - ٣- ينفذ برنامج التشغيل خطوة خطوة مع الأخذ في الاعتبار حالة المدخل المخزنة في الذاكرة وليست اللحظية وكذلك حالة وحدات الذاكرة و القيم الجارية للمؤقتات الزمنية و العدادات الخ وتنقل نتائج تنفيذ البرنامج إلى المساحة المخصصة لحالة المخارج في الذاكرة .
 - ٤- تنقل حالة المخارج من الذاكرة إلى المخارج الفعلية .
 - ٥- تكرر الخطوات ٢،٣،٤ بصفة دورية .
- والشكل (١-٣٤) يبين مراحل تنفيذ برنامج التشغيل .

ثانيا زمن الاستجابة Response Time

يعرف زمن الاستجابة لأجهزة التحكم المبرمج بأنه الزمن اللازم لإحداث تغيير في حالة المخارج عند حدوث تغيير في حالة المدخل اللحظية ويساوي هذا الزمن مجموع الأزمنة الآتية :-

- ١- زمن استجابة أجهزة المدخل .
- ٢- زمن استجابة أجهزة المخارج .
- ٣- زمن تنفيذ البرنامج وهو يتراوح ما بين (1:8 ms) لكل 1 KB من البرنامج .



الشكل (١-٣٤)

٧-١ لغات أجهزة التحكم المبرمج

إن لغات أجهزة التحكم المبرمج هي لغات منخفضة المستوى في العادة **Low Level Languages** و فيما يلي أهم لغات أجهزة التحكم .

١- الشكل السلعي **Ladder Diagram** وهي تشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث تحتوي

على ريش مفتوحة و أخرى مغلقة تشبه في نظمها السلم وكذلك فهي تحتوي على مخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات ولقد قامت الشركة المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض العمليات الوظيفية والتي تختلف في نظمها من شركة لأخرى مثل الموقنات الزمنية و العدادات و عمليات المقارنة و الإزاحة و العمليات الحسابية و المنطقية و حاكمات PID و الساعات المبرجة . . الخ .

٢- قائمة الجمل **Statement List** :- و تكون هذه اللغة من عنصرين وهما العملية Operation و البيانات Data على سبيل المثال A IO.0 فالعملية هي A أي (AND) و البيانات هي IO.0 أي المدخل (IO.0)

٣- الشكل المنطقي **CSF** :- وهذه اللغة تستخدم في بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية وكذلك بعض العمليات الوظيفية و المستخدمة في الشكل السلمي .

٤- خريطة التدفق التابعية **Grafcet** :- وهذه اللغة تستخدم لعمل برامج العمليات الصناعية والتي تتكون من مجموعة من المراحل التابعية وهي تشبه لحد كبير خرائط التدفق المستخدمة أثناء إعداد برنامج الكمبيوتر .

و تقوم بعض الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج باستخدام لغات عالية المستوي تشبه في نظمها لغة البيسك **Basic** خصوصا عند عمل اتصالات بين مجموعة من أجهزة التحكم المبرمج في شبكة محلية **LAN** وفي الحقيقة تختلف لغات أجهزة التحكم المبرمج السابقة في نظمها من شركة لأخرى و لكنها اختلافات بسيطة و معرفة القارئ باللغات المستخدمة في هذا الكتاب ستمكنه إن شاء الله من التعامل مع أي جهاز تحكم مبرمج بسهولة و يسر خصوصا بعد الاطلاع على دليل استخدامه .

و عادة فإن معظم أجهزة التحكم المبرمج يمكن أن تعمل بمعظم اللغات السابقة و لكن إمكانية استخدام أي لغة يعتمد على :-

١- نوع جهاز البرمجة المستخدم (ارجع للفقرة ٢-٥) .

٢- إمكانيات الشخص القائم بعمليات البرمجة فمثلا مهندسي و فني الكهرباء يفضلون الشكل السلمي و مهندسي و فني الالكترونيات يفضلون الشكل المنطقي أو قائمة الجمل أو خريطة التدفق التابعية .

٣- نوعية العملية المطلوب تنفيذها و زمن تنفيذ البرنامج المطلوب فمثلا لغات أجهزة **PLC** المنخفضة يفضل استخدامها في العمليات الثنائية و الموقنات الزمنية و العدادات و عمليات

المقارنة والإزاحة والحسابات و الحاكنات PID والساعات المرجمحة ٠٠٠ الخ في حين يفضل استخدام اللغات العالية في تدول و نقل المعلومات و عملية الاتصالات بين مجموعة الأجهزة الطرفية في الشبكات المحلية LAN .

١-٨ اختيار أجهزة التحكم المرجم

هناك بعض المواصفات الفنية لاختيار أجهزة التحكم المرجم نذكر منها مايلي :-

- ١- عدد المداخر الرقمية و التناظرية المطلوبة .
- ٢- عدد المداخر الرقمية و التناظرية المطلوبة .
- ٣- أعداد وأنواع العمليات الوظيفية المتاحة .
- ٤- سعة ذاكرة RAM لجهاز PLC تبعاً لحجم البرنامج المطلوب .
- ٥- زمن تنفيذ البرنامج لكل 1 KB من حجم البرنامج .
- ٦- نوعية الذاكرة الداخلية لجهاز PLC علي سبيل المثال (CMOS RAM) فهي مناسبة للعمل بالبطاريات عند انقطاع التيار الكهربائي لأنها تستهلك قدرة صغيرة جداً أو هي EPROM ٠٠٠ الخ علماً بأن أجهزة PLC تحتوي على ذاكرة RAM لتخزين البيانات التي تتغير بصفة مستمرة .
- ٧- هل جهاز PLC من النوع المتكامل Compact (إذا لم يكن متوقع حدوث تطورات مستقبلية في العملية الصناعية) ؟
- ٨- هل جهاز PLC من النوع المجرأ Moduled (إذا كان متوقع حدوث تطورات مستقبلية في العملية الصناعية) ؟
- ٩- هل جهاز PLC يتعامل مع اللغات المنخفضة المستوى فقط أو المنخفضة والعالية أيضاً ؟
- ١٠- هل جهاز PLC قادر على التحكم في سرعة المحركات فهو مزود بمحاكم تناسبي تفاضلي تكاملي ؟
- ١١- هل جهاز PLC غير قادر على التحكم في سرعة المحركات ؟
- ١٢- هل جهاز PLC قادر على إعطاء تقارير مفصلة عن الإنتاج Documentation ؟
- ١٣- في أي ظروف يعمل جهاز PLC (درجات حرارة عادية-مرتفعة-يوجد اهتزازات أو لا يوجد) ؟
- ١٤- هل جهاز PLC قادر على إعطاء تقارير مفصلة عن الأعطال التي تطرأ به Diagonestic ؟

١٥- هل جهاز PLC سيعمل داخل شبكة محلية؟ و هل سيعمل تابع أو قائد؟ و ما هو نوع
الموافق Interface الذي يلزمه لربطه مع الشبكة؟
و الملحق رقم (١) يعرض المواصفات الفنية لأجهزة PLC's المناسبة تبعاً للمواصفات الفنية
المطلوبة .