# الباب السادس

## أجهزة التحكم المبرمج PLC's

obeikandl.com

obeikandl.com

# أجهزة التحكم المبرمج PLC's

## ١/٦- مقدمة:

إن PLC هى اختصار Programmable Logic Controllers وهى أجهزة إلكترونية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برنامج التشغيل، والذى يتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة مثل: البوابات المنطقية، والقلابات، والمؤقتات الزمنية، والعدادات.. إلخ وذلك للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش وتتكون أجهزة التحكم المبرمج من أربعة عناصر أساسية وهى:

١- وحدة المعالجة المركزية CPU وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل لعناصر الفعل مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية، ولمبات البيان، وملفات الصمامات الاتجاهية، والسخانات الكهربية... إلخ.

٢- الذاكرة Memory وتنقسم إلى نوعين وهما:

أ- ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM ويخزن فيها برنامج التشغيل المدخل من قبل المستخدم وكذلك حالة المداخل اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز.

ب - ذاكرة القراءة العشوائية ROM وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول لمحتوياتها.

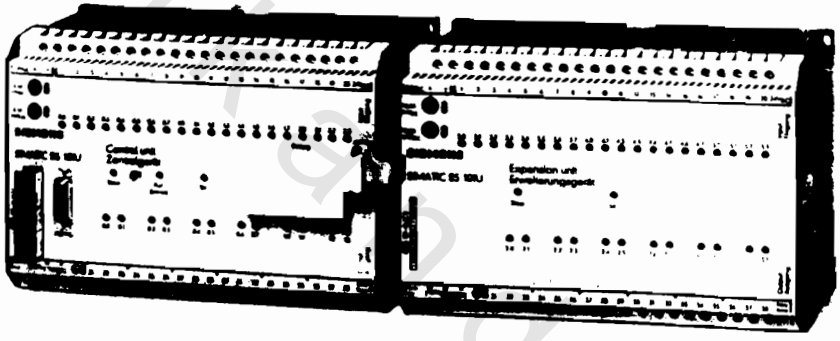
٣- وحدة ربط المداخل Input Interface:

حيث تقوم بتقليل الجهود القادمة من أجهزة مداخل جهاز التحكم المبرمج مثل: الضواغط، والمفاتيح المختلف لتناسب وحدة المعالجة المركزية.

٤- وحدة ربط المخارج output Interface حيث تقوم هذه الوحدة بدفع جهد إشارات التشغيل القادمة إليها من وحدة المعالجة CPU المركزية ليناسب عمل أجهزة مخارج أجهزة التحكم المبرمج مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية، وملفات الصمامات الاتجاهية، ولمبات البيان، وأجهزة الإنذار الصوتية.. إلخ.

وهناك نوعان من أجهزة التحكم المبرمج من حيث التركيب وهما :

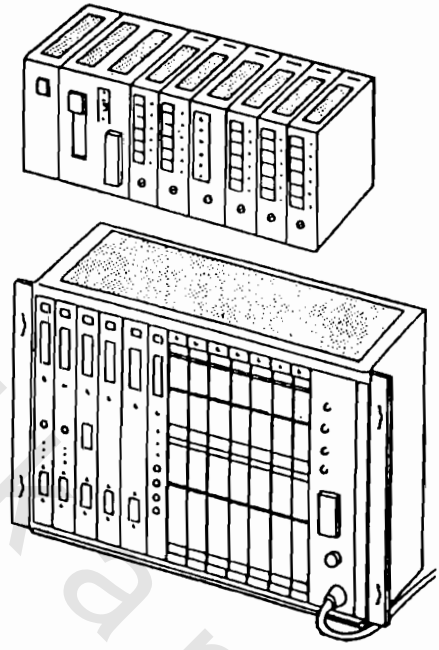
١- أجهزة تحكم مبرمج متكاملة Compact PLC حيث توضع جميع الأجهزة المكونة لجهاز PLC فى غلاف واحد والشكل ( ٦ - ١ ) يعرض نموذجًا لجهاز تحكم مبرمج متكامل من صناعة شركة Siemens طراز S5-101u وموصل معه وحدة توسعة لزيادة عدد المداخل والمخارج فالجهاز الأساسى ( الأيسر ) يحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد 2.5 بايت مداخل وبالمثل فإن وحدة التوسعة ( اليمنى ) تحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد 2.5 بايت مداخل.



**شكل (٦-١)**

ب ـ أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Moduled PLC's حيث يخصص غلاف لكل عنصر من العناصر المكونة بطراز التحكم المبرمج فيوجد موديول لمصدر القدرة Power Supply وموديول لوحدة المعالجة المركزية CPU وموديول مداخل رقمية Digital Input وموديول لمخارج رقمية Digital output . . . إلخ

والشكل ( ٦ -٢ ) يعرض نماذج لأجهزة تحكم مبرمج من النوع المجزأ.



**شكل (٦-٢)**

والشكل ( ٦ -٣ ) يبين مخططًا توضيحيًا لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل مزود بعدد 3 بايت مداخل وهى :

I0.0, I0.1, ..... I0.7

I1.0, I1.1, ..... I1.7

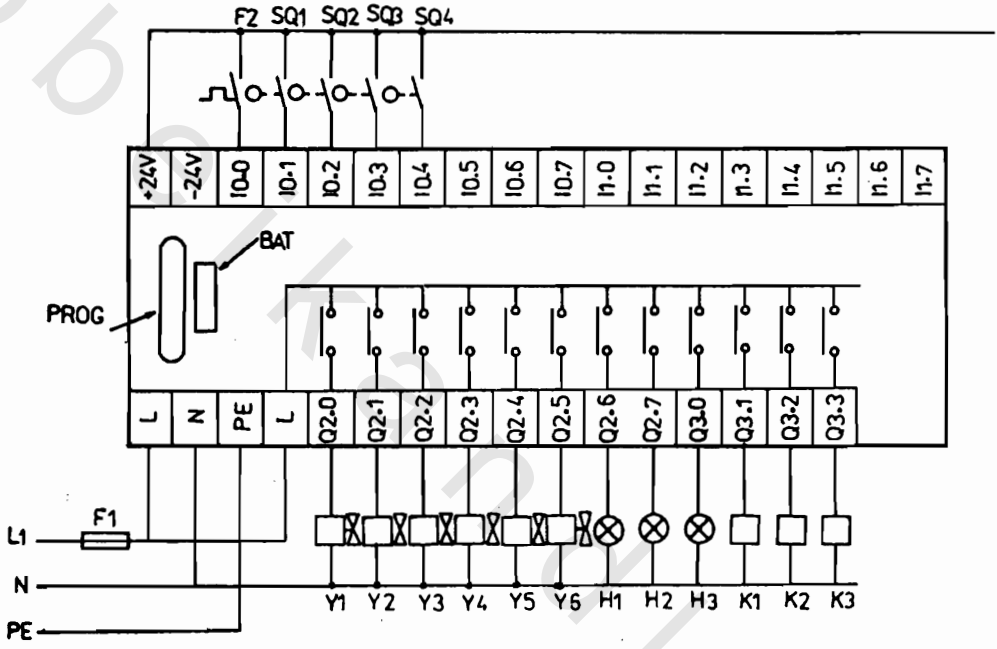
وعدد 2 بايت مخارج وهى :

Q2.0, Q2.1, ..... Q2.7

Q3.0, Q3.1, ..... Q3.7

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المداخل الرقمية F2,SQ1,SQ2,SQ3,SQ4 بمداخل الجهاز حيث يتم تغذيتها بجهاز 24V+ من مصدر جهد داخلى بالجهاز.

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المخارج الرقمية Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, H1, H2..... بمخارج الجهاز وكذلك طريقة تغذية هذا الجهاز بمصدر جهد 220V متردد.




**شكل (٦ – ٣)**

علما بأن جهاز التحكم المبرمج مزود بمكان لوضع بطارية ليثيوم BAT للمحافظة على برنامج التشغيل المخزن فى ذاكرة RAM من الفقدان عند انقطاع التيار الكهربى.

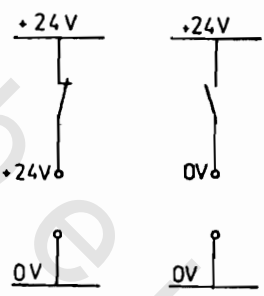
وكذلك فهو مزود بمكان لتثبيت كابل وحدة البرمجة PROG حتى يمكن إدخال برنامج التشغيل بواسطة وحدة البرمجة.

## ٦ / ٢- مصطلحات فنية :

فيما يلى المصطلحات الفنية المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج PLc's :

**١- الإشارة الرقمية Digital Signal :**

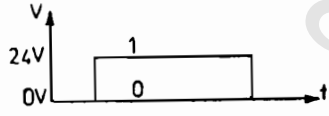
وهى إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقيمة 24V أو 0V على سبيل المثال الجهد المنقول عبر ريشة تلامس فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول 0V وإذا كانت الريشة مغلقة كان الجهد المنقول 24V+ كما هو مبين بالشكل ( ٦-٤ ).




**شكل (٦-٤)**

**٢- حالة الإشارة الرقمية Digital Signal State :**

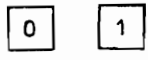
إذا كان جهد الإشارة الرقمية 0V يقال إن حالة الإشارة 0، وإذا كان جهد الإشارة الرقمية 4V+ يقال إن حالة الإشارة الرقمية 1 كما هو مبين بالشكل ( ٦-٥ ).




**شكل (٦-٥)**

**٣- الخانة ( البت ) bit :**

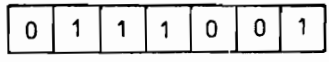
وهى مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما بالشكل ( ٦ - ٦ ).




**شكل (٦-٦)**

**٤- البايت byte :**

يتكون البايت من ثمان خانات 8 bits يخزن فيها حالة ثمان إشارات رقمية كما بالشكل ( ٦-٧ ).




**شكل (٦-٧)**

**٥- الكلمة Word :**

تتكون الكلمة من 16 خانة يخزن فيها حالة 16 إشارة رقمية أى أن الكلمة تتكون من عدد 2 بايت .

**٦- وحدات التخزين الداخلية Flags :**

ويطلق عليها أعلام Flags أو ريلهات داخلية Internal relays أو وحدات ذاكرة الداخلية Markers وتتكون وحدة التخزين الداخلية من خانة واحدة bit ويخزن فيها حالة العمليات الوسيطة فى صورة 1 أو 0 وهذه الوحدات تأخذ الرمز F أو M ويستخدم النظام الثمانى لترقيم وحدات التخزين الداخلية على سبيل المثال :

F0.0, F0.1, F0.2, ..... F0.7

F1.0, F1.1, F1.2, ...., F1.7

:

F100.0, F100.1, ..... F100.7

**٧- النظام الثنائى Binary System :**

ويستخدم هذا النظام للتعبير عن حالة الأشياء التى تتواجد فى حالتين فقط فمثلا المصباح الكهربى عندما يضيىء تكون حالته 1 ( بالنظام الثنائى ) وعندما يكون معتماً تكون حالته 0 ( بالنظام الثنائى ) وهكذا .

**٨- النظام الثمانى Octal system:**

ويتكون هذا النظام من ثمانى أعداد وهى 0,1,2....7 ويستخدم هذا النظام فى ترقيم المداخل والمخارج ووحدات الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج .

**٩- النظام العشرى Decimal System:**

ويتكون هذا النظام من عشرة أعداد وهى 0,1,.....9 ويستخدم هذا النظام فى حياتنا اليومية فى العد .

**١٠- النظام العشرى المكود ثنائياً BCD :**

ويستخدم هذا النظام فى تمثيل أى عدد عشرى فى صورة ثنائية حيث يمثل أى عدد عشرى مكون من خانة واحدة من أربع خانات ثنائية والجدول ( ٦-١ ) يبين الأعداد العشرية ومكافئها العشرى المكود ثنائياً BCD .

الجدول ( ٦-١ )

| العدد العشرى | BCD | العدد العشرى | BCD |
|---|---|---|---|
| 0 | 0000 | 5 | 0101 |
| 1 | 0010 | 6 | 0110 |
| 2 | 0010 | 7 | 0111 |
| 3 | 0011 | 8 | 1000 |
| 4 | 0100 | 9 | 1001 |

مثال : العدد(65) عشرى يكافئ BCD (0101 0110)
5 6

**١١- البوابات المنطقية Logic gates:**

وهى دوائر متكاملة إلكترونية Integerated Circiuts لها بعض الخواص ويمكن محاكاتها بالمفاتيح كما بالشكل ( ٦- ٨ ).

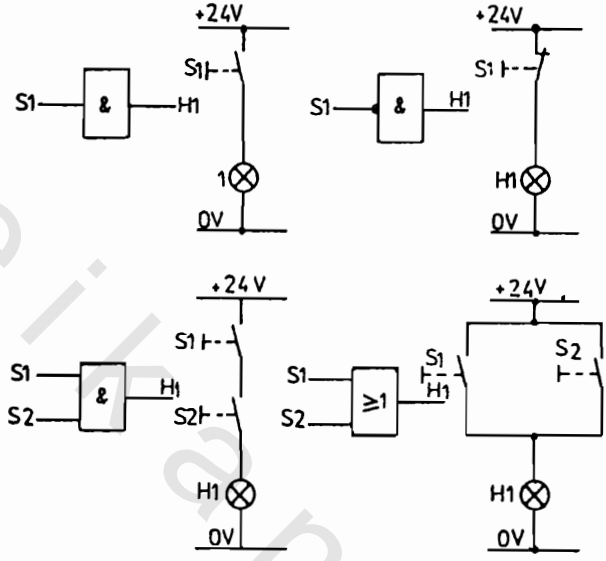
ففى الشكل ( أ ) فإن اللمبة H1 تضىء فى الحالة العادية وتنطفئ عند الضغط على الضاغط S1 أى تساوى 0 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة NOT مدخلها S1 ومخرجها H1.

وفى الشكل ( ب ) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 وتنطفئ عند إعادة الضاغط S1 لوضعه الطبيعى أى أن حالة H1 تكون 1 عندما تكون حالة S1 مساوية 1 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة YES مدخلها S1 ومخرجها H1.

وفى الشكل ( جـ) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما معاً أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كانت حالة الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما يساوى 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة OR مداخلها S1 وS2 ومخرجها H1.

وفى الشكل ( د ) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 والضاغط

S2 فقط أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كانت حالة S1 وS1 مساوية 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة AND مداخلها S2 وS1 ومخرجها H1.




شكل (٦-٨)

## ٦ / ٣- لغات أجهزة التحكم المبرمج:

إن لغات أجهزة التحكم المبرمج هى لغات منخفضة المستوى Low Level Languages وفيما يلى أهم لغات أجهزة التحكم المبرمج:

١- الشكل السلمى Ladder diagram وهى تشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث تحتوى على ريش مفتوحة وأخرى مغلقة وكذلك تحتوى على مخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات ولقد قامت الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض البلوكات الوظيفية والتى يختلف فى نظمها من شركة لأخرى على سبيل المثال: المؤقتات الزمنية، والعدادات، وعمليات المقارنة، والعمليات الحسابية... إلخ.

٢- قائمة الجمل Statment List وتتكون هذه اللغة من عنصرين وهما العملية والبيانات على سبيل المثال AI0.0 فالعملية هى عملية AND (A) والبيانات هى المدخل I0.0.

٣- الشكل المنطقى CSF وهذه اللغة تستخدم فى بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية وكذلك بعض البلوكات الوظيفية والتى تختلف فى نظمها من شركة لأخرى مثل: المؤقتات الزمنية، والعدادات، وعمليات المقارنة، والعمليات الحسابية... إلخ.

٤- خريطة التدفق التتابعية Grafcet وهذه اللغة تستخدم لعمل برامج العمليات الصناعية والتى تتكون من مجموعة من المراحل المتتابعة وهى تشبه لحد كبير خرائط التدفق المستخدمة أثناء إعداد برامج الكمبيوتر.

وسوف نتناول فى هذا الكتاب لغة step5 لشركة Siemens.

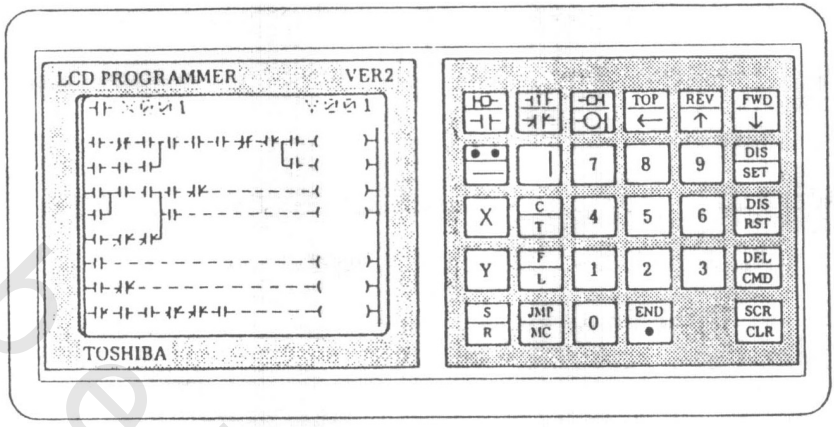
**٦ / ٣ / ١- أجهزة البرمجة:**

تقوم أجهزة البرمجة بإدخال برنامج التشغيل ليستقر داخل ذاكرة RAM لأجهزة التحكم المبرمج وهناك عدة أنواع من أجهزة التحكم المبرمج وهى كالآتى:

١- جهاز برمجة يحمل باليد ويدخل البرنامج علي هيئة قائمة جمل STL فى العادة.

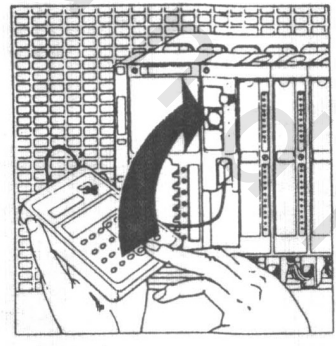
٢- جهاز برمجة يثبت فوق المكتب ويدخل البرنامج بأى لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج.

٣- جهاز كمبيوتر يتم تحميله ببرنامج معد من قبل الشركة المصنعة لجهاز PLC وفى هذه الحالة يمكن تخزين برنامج التشغيل علي القرص الصلب للكمبيوتر أو على قرص مرن بأى لغة والشكل (٦-٩) يعرض نموذجًا لجهاز برمجة يثبت على المكتب مصنع بشركة توشيبا يعمل بلغة الشكل السلمى.




**شكل (٦-٩)**

والشكل ( ٦-١٠ ) يوضح طريقة إدخال برنامج التشغيل فى صورة قائمة الجمل STL باستخدام جهاز برمجة يحمل باليد من صناعة شركة Telemecanique .



**شكل (٦-١٠)**

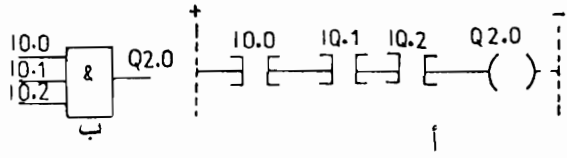
## ٦ / ٤ - العمليات الثنائية Binary Logic operation

وهى العمليات التى كانت تجرى فى نظم التحكم بالرليهات الكهرومغناطيسية مثل بوابة NOT وبوابة YES وبوابة AND وبوابة OR والقلاب R-s (Flip FloP) .

### ٦ / ٤ / ١ - بوابة AND :

الشكل ( ٦-١١ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى

CSF ( الشكل ب ) لبوابة AND بثلاثة مداخل وهى I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0.



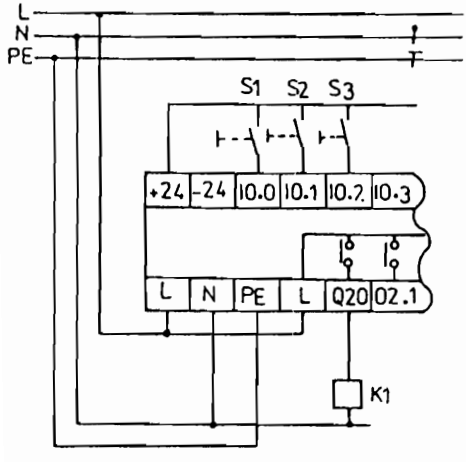

**شكل (٦-١١)**

**وفيما يلى قائمة الجمل STL:**

| البيانات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | A |
| I0.1 | A |
| I0.2 | A |
| Q2.0 | = |

والشكل ( ٦-١٢ ) يبين مخطط التوصيل PLC باستخدام ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1, S2, S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخارج باعتبار أن جهاز PLC مزود بعدد 2 بايت مداخل وعدد 2 بايت مخارج.

فعند الضغط على الضواغط S1, S2, S3 فى آن واحد يصل جهد كهربى ومقداره 24V+ إلى المداخل I0.0, I0.1, I0.2 لجهاز

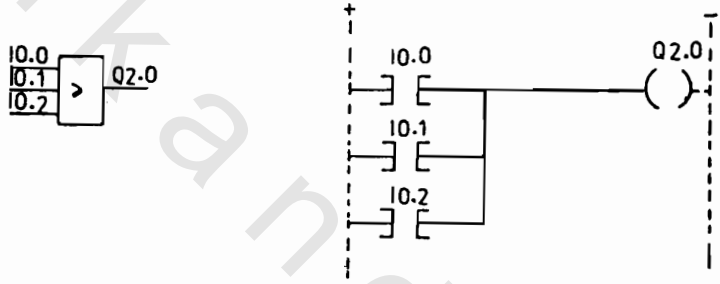



**شكل (٦-١٢)**

PLC فتنعكس حالة هذه المداخل فى الشكل السلمى فتصبح الريش المفتوحة مغلقة فيمر تيار كهربى من القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاى الداخلي Q2.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q2.0 مساوياً لجهد الوجه L فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة ينقطع مسار التيار للمخرج Q2.0 وتباعاً يصبح جهد المخرج Q2.0 صفراً وينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1.

**٢/٤/٦- بوابة OR:**

الشكل ( ٦-١٣ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لبوابة OR بثلاثة مداخل وهى I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0.




**شكل (٦-١٣)**

**وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة OR:**

| البيانات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | O. |
| I0.1 | O. |
| I0.2 | O. |
| Q2.0 | = |

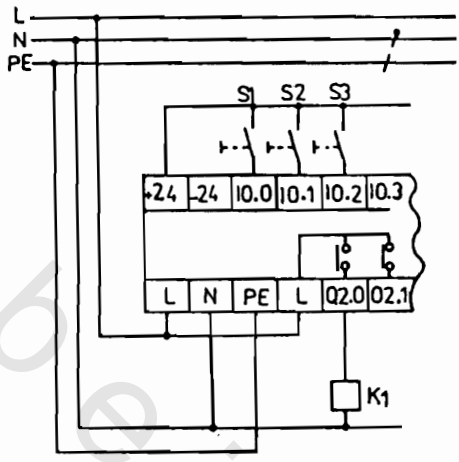
وفى مخطط التوصيل مع جهاز PLC تستخدم ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1,S2,S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخرج كما هو مبين بالشكل ( ٦-١٤ )

ويكتمل مسار تيار الكونتاكتور K1 عند الضغط على أحد الضواغط S1,S2,S3 على الأقل.

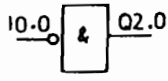
### ٣/٤/٦- بوابة النفى NOT :

الشكل (٦-١٥) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب).

لبوابة النفى NOT لها المدخل I0.0 والمخرج Q2.0




شكل (٦-١٤)



ب أ

شكل (٦-١٥)

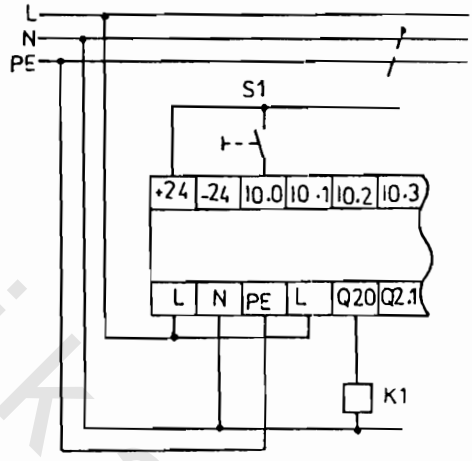
**وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة النفى:**

| البيانات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | AN |
| Q2.0 | = |

والشكل (٦-١٦) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام الضاغط S1 كمدخل والكونتاكتور k1 كمخرج.

ويعمل الكونتاكتور k1 بمجرد توصيل التيار الكهربى لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز ولكن عند الضغط على S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فى

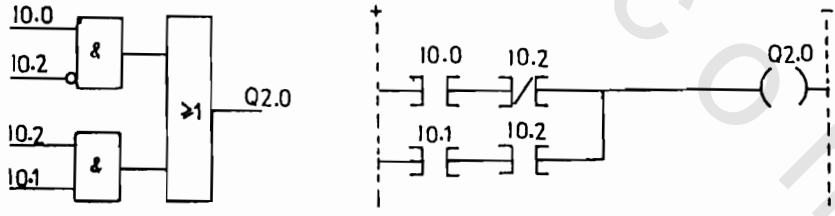
الشكل السلمى فتفتح الريشة المغلقة وينقطع مسار تيار المخرج Q2.0 ومن ثم ينقطع التيار الكهربى عن الكونتاكتور k1.




**شكل (٦-١٦)**

**٦ / ٤ / ٤- دائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR**

الشكل ( ٦-١٧ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لدائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR.




ب أ

**شكل (٦-١٧)**

وفيما يلى قائمة الجمل بطريقتين مختلفتين:

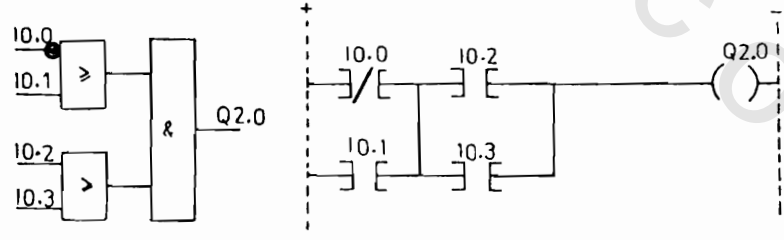
| العملية | البيانات |
|---|---|
| O(. | |
| A | I0.0 |
| AN | I0.2 |
| ) | |
| O(. | |
| A | I0.1 |
| A | I0.2 |
| ) | |
| = | Q2.0 |

| العملية | البيانات |
|---|---|
| A | I0.0 |
| AN | I0.2 |
| O | |
| A | I0.1 |
| A | I0.2 |
| = | Q2.0 |

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام ثلاثة ضواغط S1,S2,S3 والكونتاكتور K1 يتم توصيلهم بجهاز PLC تماما كما هو مبين بالشكل (٦-١٤) والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I0.0 مساومة 1 أو عندما تكون حالة كل من I0.1, I0.0 مساوية 1 ويحدث ذلك عند الضغط على الضاغط S1 أو الضواغط S2, S3 أو جميع الضواغط S1, S2, S3.

**٦/٤/٥- دائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND:**

الشكل (٦-١٨) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) وذلك لدائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND.




ب أ

**شكل (٦-١٨)**

وفيما يلى قائمة الجمل :

| العملية | البيانات |
|---|---|
| A( | |
| O.N | I0.0 |
| O | I0.1 |
| ) | |
| A( | I0.2 |
| O. | I0.3 |
| O. | Q2.0 |

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة S1,S2,S3,S4 توصل بالمداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4 والكونتاكتور k1 يوصل بالمخرج Q2.0 والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I0.2 مساوية 1 أو حالة المداخل I0.1, I0.3 مساوية ويحدث ذلك بالضغط على الضاغط S3 أو الضاغطين S2, S4 .

**ملاحظة مهمة :**

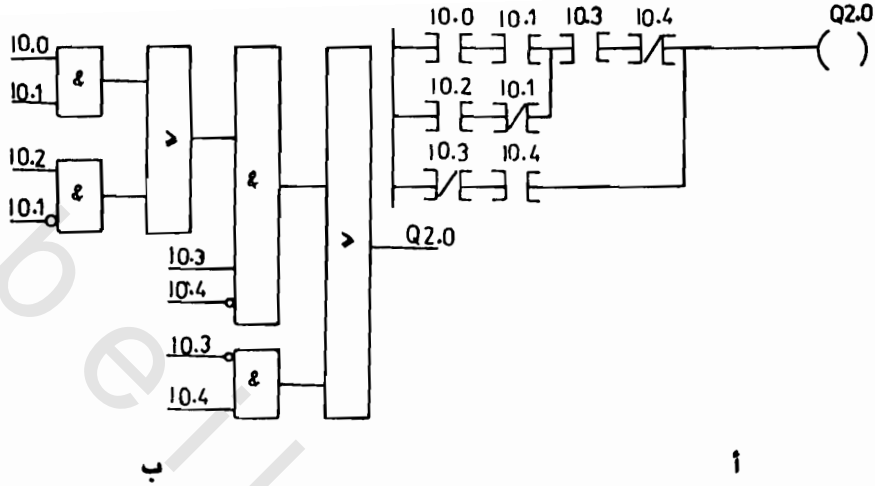
١- تستخدم )A لعمل AND لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية RLO السابقة .

٢- تستخدم )O لعمل OR لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية RLO السابقة .

٣- تستخدم O لعمل OR بين بوابتين AND .

**٦ / ٤ / ٦- دائرة مركبة تتكون من ست بوابات :**

الشكل ( ٦-١٩ ) يعرض الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لدائرة مركبة تتكون من أربع بوابات AND وبوابتين OR .




**شكل (٦-١٩)**

**وفيما يلى قائمة الجمل:**

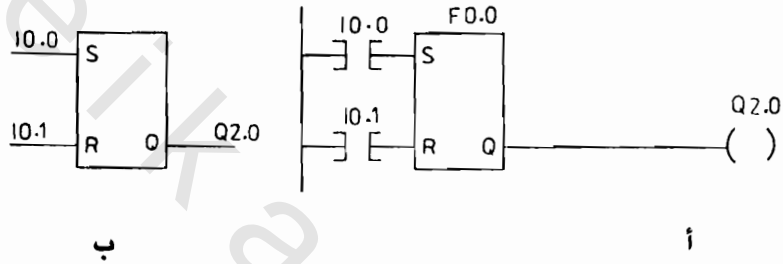
| العملية | البيانات | العملية | البيانات |
|---|---|---|---|
| O( | | ) | I0.3 |
| A( | | A | I0.4 |
| A | I0.0 | AN | |
| A | I0.1 | ) | |
| O | | O( | |
| A | I0.2 | AN | I0.3 |
| AN | I0.1 | A | I0.4 |
| | | ) | |

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام خمسة ضواغط بريش مفتوحة وهى S1,S2,S3,S4,S5 موصلة مع المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4 والكونتاكتور k1 موصل مع المخرج Q2.0.

ويعمل k1 عند وصول إشارة عالية للمداخل I0.0, I0.1, I0.3 أو المداخل I0.2, I0.3 أو المدخل I0.4.

### ٦ / ٤ / ٧- القلاب RS Flip Flop RS

الشكل ( ٦-٢٠ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لقلاب RS بأفضلية للتحرير.




**شكل (٦-٢٠)**

**وفيما يلى قائمة الجمل:**

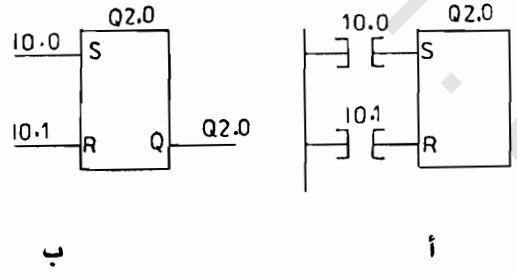
| العملية | المعاملات | العملية | المعاملات |
|---|---|---|---|
| A | I0.0 | R | F0.0 |
| S | F0.0 | A | F0.0 |
| A | F0.1 | = | Q2.0 |

فعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصل إشارة عالية لمدخل الإمساك S للقلاب فتكون حالة الذاكرة الداخلية F0.0 مساوية 1 وتستمر حالة F0.0 مساوية 1 حتى ولو أصبحت حالة المدخل I0.0 مساوية 0 ولكن بمجرد وصول إشارة عالية

للمدخل I0.0 مساوية 0 ولكن بمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.1 تصل إشارة عالية بمدخل التحرير للقلاب فتصبح حالة F0.0 مساوية 0 علما بأنه عند وصول إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 تظل حالة العلم F0.0 مساوية 0 لأن هذا القلاب بأفضلية للتحرير Reset علمًا بأن حالة المخرج Q2.0 تكون عالية طالما أن حالة القلاب F0.0 مساويًا 1 . والشكل ( ٦-٢١ ) يبين صورة أخرى لقلاب R-S ذات الأفضلية للتحرير بدون استخدام وحدة ذاكرة داخلية، وبتنفيذ هذا القلاب يتم توصيل الضاغط Sl مع I0.0 والضاغط S2 مع I0.1 والكونتاكتور K1 مع المخرج Q2.0 .

فيما يلى قائمة العمل STL :

| المعامل | العملية |
|---|---|
| I0.0 | A |
| Q2.0 | S |
| I0.1 | A |
| Q2.0 | R |




**شكل (٦ - ٢١)**

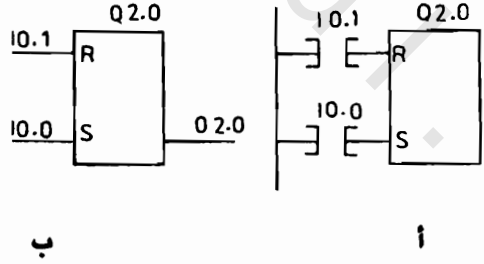
فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فيحدث إمساك للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فيحدث تحرير للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 0 ويعمل الكونتاكتور

K1 عندما تكون حالة Q2.0 مساوية 1 وعند الضغط على الضاغطين S1, S2 فى آن واحد تصل إشارتان عاليتان لكل من I0.0, I0.1 ونظرًا لأن الأفضلية للتحرير لذلك تظل حالة القلاب Q2.0 مساوية 0.

والشكل ( ٦ – ٢٢ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لقلاب R-S بأفضلية للإمساك.

وفيما يلى قائمة الجمل STL:

| المعامل | العملية |
|---|---|
| I0.1 | A |
| Q2.0 | R |
| I0.0 | A |
| Q2.0 | S |




**شكل (٦ – ٢٢)**

ولا تختلف نظرية تشغيل قلاب R-S بأفضلية الإمساك عن قلاب R-S بأفضلية التحرير عدا أنه عند الضغط على الضاغطين S1, S2 تصل إشارتان عاليتان للمدخلين I0.0, I0.1 ففى حالة قلاب S-R بأفضلية للإمساك تصبح حالة القلاب Q2.0 مساويًا L وبالتالى يعمل K1.

## ٦ / ٥ – المؤقتات الزمنية Timers :

تعتبر المؤقتات الزمنية هى أحد البلوكات الوظيفية المتاحة فى أجهزة PLC .

وهناك خمسة أنواع من المؤقتات الزمنية وهى :

١ – مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل ON-Delay Timer .

٢ – مؤقت زمنى نبضى Pulse Timer .

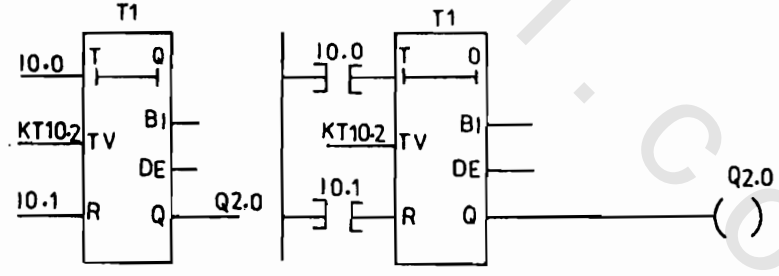
٣ – مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer .

٤ – مؤقت زمنى نبضى ممتد Extended Pulse Timer .

٥ – مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching on Delay Timer .

### ٦ / ٥ / ١ – المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل ON Delay Timer :

الشكل ( ٦ – ٢٣ ) يعرض الشكل السلمى LA ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل له خرج bit .



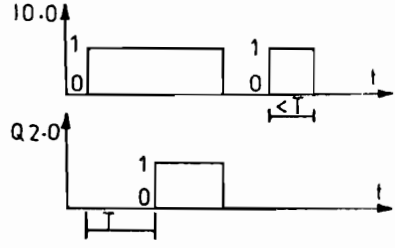

ب أ

**شكل (٦ – ٢٣)**

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

| المعاملات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | A |
| KT10.2 | L |
| T1 | SD |
| I0.1 | A |
| T1 | R |
| T1 | A |
| Q2.0 | = |

والشكل ( ٦ – ٢٤ ) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الذى يؤخر عند التوصيل فعندما تصبح حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن التأخير T المعاير علية المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا بعد مرور زمن التأخير T ويظل عاليًا طالما أن حالة المدخل I0.0 عالية. وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.




**شكل (٦ – ٢٤)**

ويكتب زمن تأخير المؤقت بالصورة KTX.y ويمكن تعيين قيمة الزمن من العلاقة T=X.(TB) .

ويمكن تعيين زمن الأساس TB بدلالة yمن الجدول ( ٦ – ٢ )

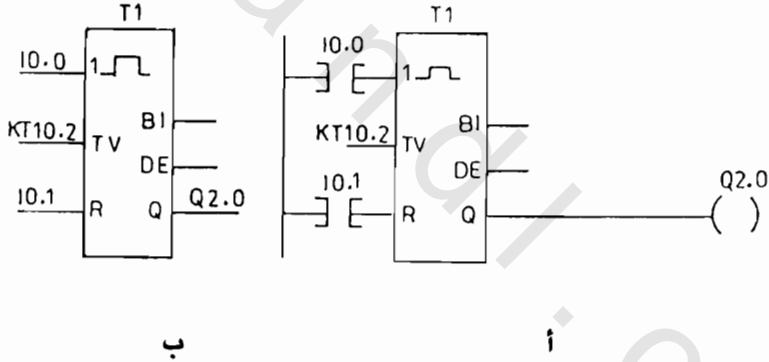
**الجدول (٦ – ٢)**

| y | o | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| TB | 0.01S | 0.1S | 1S | 10S |

وفى هذه الحالة فإن زمن المؤقت يساوى T= 10 x 1S = 10S

**٦ / ٥ / ٢ – المؤقت الزمنى النبضى Pulse Timer :**

الشكل ( ٦ – ٢٥ ) يعرض الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لمؤقت زمنى نبضى له خرج خانة واحدة bit .




ب أ

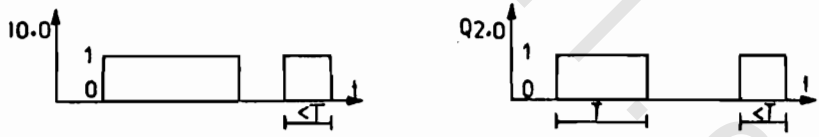
**شكل (٦ – ٢٥)**

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

| المعاملات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | A |
| KT10.2 | L |

| | |
|---|---|
| Sp | T1 |
| A | I0.1 |
| R | T1 |
| A | T1 |
| = | Q2.0 |

ويلاحظ أن قائمة الجمل لا تختلف عن المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل إلا فى وظيفة المؤقت SPT1 بدلاً من SDT1. والشكل ( ٦ – ٢٦ ) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الزمنى النبضى فعندما تكون حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن النبضة T المعاير علية المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا لمدة زمنية T وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة 1 لمخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.

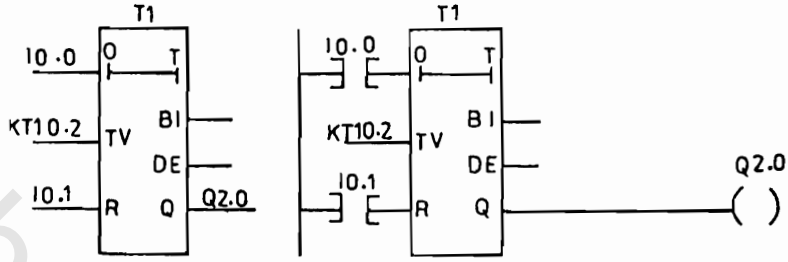



ب أ

**شكل (٦ – ٢٦)**

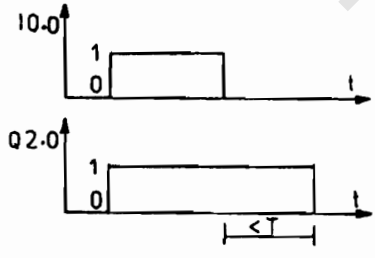
**٦ / ٥ / ٣- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer :**

الشكل ( ٦ – ٢٧ ) يعرض الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل له خرج خانة.




**شكل (٦ – ٢٧)**

ولا تختلف قائمة الجمل STL عن قوائم الجمل للمؤقتات السابقة إلا فى وظيفة المؤقت والتى تكون SFT1 . والشكل ( ٦ – ٢٨ ) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الذى يؤخر عند الفصل فبمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصبح حالة Q2.0 عالية وعندما تصبح حالة المدخل I0.0 مساوية 0 تظل حالة المخرج Q2.0 عالية لمدة زمنية مقدارها T وكذلك عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I1.0 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.




**شكل (٦ – ٢٨)**

**٦ / ٥ / ٤ – المؤقت الزمنى النبضى الممتد Extended Pulse Timer :**

هو حالة خاصة من المؤقت النبضى فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0

ولو للحظة تخرج نبضة كاملة من المخرج Q2.0 ولا يختلف المؤقت الزمنى النبضى الممتد عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SFT1 بدلاً من SPT1 .

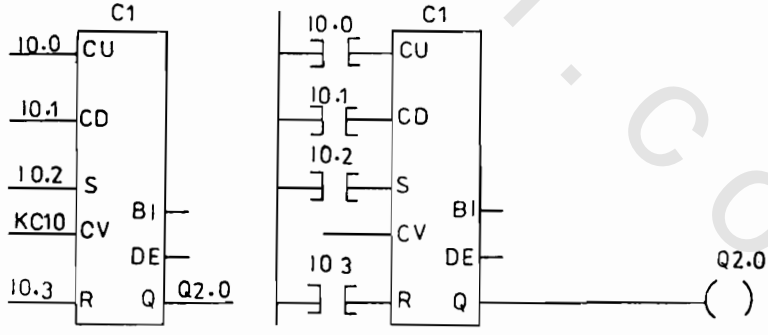
**٦ / ٥ / ٥- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك**

**Latching on Delay Timer**

هو حالة خاصة من المؤقت الذى يؤخر عند التوصيل فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0 ولو للحظة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية بعد تأخير زمنى مقداره T ولا يختلف المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SST1 بدلاً من SDT1.

**٦ / ٦- العدادات Counlers :**

الشكل ( ٦ – ٢٩ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لعداد يمكن تشغيله تصاعديًا من المدخل I0.0 وتنازليًا من المدخل I0.1 ويتم تحميله بالعدد 10 من المدخل I0.2 ويتم تحرير من المدخل I0.3.



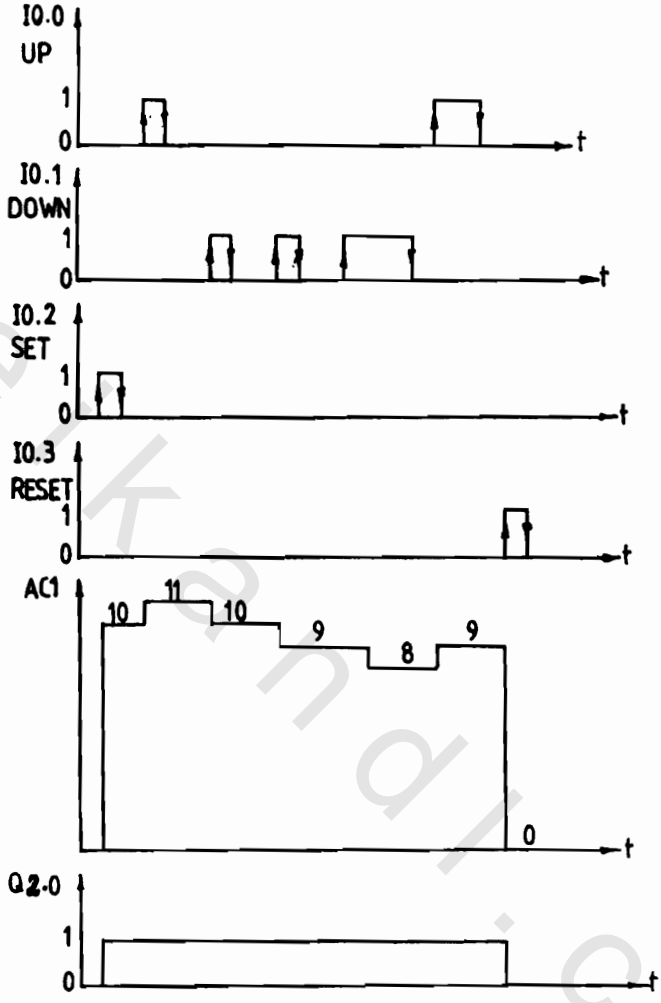

ب أ

**شكل (٦ – ٢٩)**

وفيما يلى قائمة الجمل STL.

| البيانات | العملية |
|---|---|
| I0.0 | A |
| C1 | Cu |
| I0.1 | A |
| C1 | CD |
| I0.2 | A |
| KC10 | L |
| C1 | S |
| I0.2 | A |
| C1 | R |
| C1 | A |
| Q2.0 | = |

والشكل ( ٦ – ٣٠ ) يبين المخطط الزمنى لهذا العداد ويلاحظ من المخطط الزمنى أنه عندما تصل إشارة 1 لمدخل الإمساك I0.1 فإن العدد المحمل به العداد AC1 يصبح مساويًا 10 وعند وصول إشارة عالية للمدخل التصاعدى I0.0 فإن العدد المحمل به العدادAC1 يزداد بمقدار 1 ويصبح 11 وعند وصول إشارة عالية للمدخل التنازلى يقل العدد المحمل به العداد ليصبح مساويًا 10 وعند وصول إشارة ثانية عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل بالعداد 9 وعند وصول إشارة ثالثة عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 8 وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 يصبح العدد المحمل به العداد 9 وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.3 يحدث تحرير للعداد أى يصبح العدد المحمل به العداد صفرًا علمًا بأن مخرج العداد Q2.0 تكون حالته عالية طالما أن العدد المحمل به العداد أكبر من 0 .

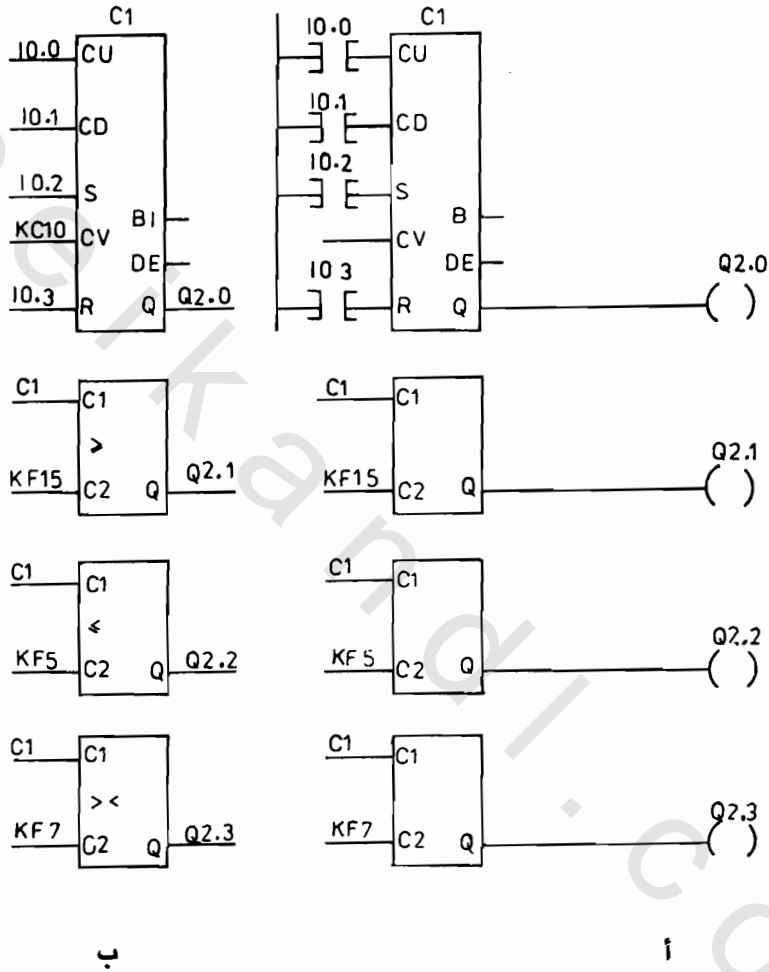



**شكل (٦ – ٣٠)**

## ٦ / ٧- عمليات المقارنة Comparing

يمكن إجراء عمليات مقارنة تساوى أو أكبر من أو أصغر من أو عدم تساوى أو أكبر من أو يساوى أو أصغر من أو يساوى بين أى ثابتين والشكل ( ٦ – ٣١ ) يبين الشكل السلمى LAD ( الشكل أ ) .

والشكل المنطقى CSF ( الشكل ب ) لعمليات مقارنة أكبر من أو يساوى ≥ أو أصغر من أو يساوى ≤ أو عدم تساوى > < بين العدد المحمل به العداد مع ثوابت مختلفة.




**شكل (٦ - ٣١)**

حيث تكون حالة المخرج Q2.0 عالية عندما يكون العداد محملاً بأى عدد وتكون حالة المخرج Q2.1 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد أكبر من أو يساوى 15 وتكون حالة المخرج Q2.2 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد أصغر من أو يساوى 5 وتكون حالة المخرج Q2.3 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد لا

يساوى 7 . ويمكن التحكم فى قيمة العدد المحمل به العداد C1 بواسطة التحكم فى حالة المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3 كما سبق.

وفيما يلى قائمة الجمل STL

| البيانات | العملية | البيانات | العملية |
|---|---|---|---|
| Q2.1 | = | I0.0 | A |
| | | C1 | Cu |
| C1 | L | I0.1 | A |
| KF5 | L | C1 | CD |
| | <=F | I0.2 | A |
| Q2.2 | = | KC10 | L |
| | | C1 | S |
| C1 | L | I0.3 | A |
| KF7 | L | C1 | R |
| | > <F | | |
| Q2.3 | = | C1 | L |
| | | KF15 | L |
| | | | > = F |

## ٦ / ٨- خريطة التشغيل التتابعى Grofcet

تعتبر خريطة التشغيل التتابعى Grafcet أحد لغات أجهزة PLC ولكننا فى هذه الفقرة سنتناولها من أجل تسهيل عملية استنتاج الشكل السلمى للعمليات الصناعية التى تتكون من مجموعة من المراحل المتعاقبة.

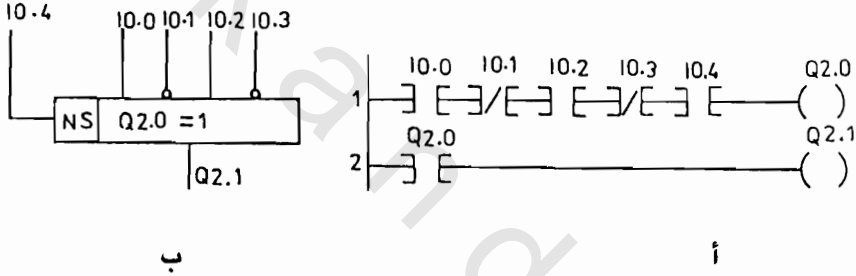


obeikandl.com

وتكتب أوامر التشغيل فى خريطة التشغيل التتابعى داخل مستطيل ضلعه العلوى والجانبى جهة اليسار تخص المداخل، وضلعه السفلى والجانبى جهة اليمين تخص المخارج، ويكتب داخل المستطيل جهة اليسار نوع الأمر وداخل المستطيل يكتب تفصيل الأمر وفى الفقرات التالية أهم الأوامر المستخدمة فى خريطة التشغيل التتابعى.

**٦ / ٨ / ١- بدون تخزين N S**

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط والشكل ( ٦-٣٢ ) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل ( أ ) الشكل السلمى المكافئ وفى الشكل ( ب ) شكل الأمر فى خريطة التشغيل التتابعى.




ب أ

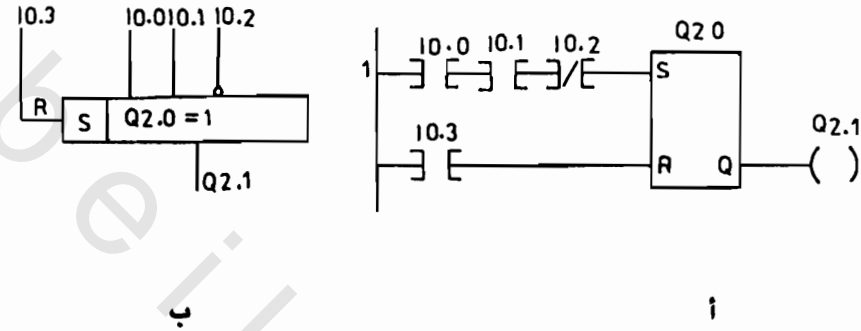
**شكل (٦ - ٣٢)**

والمقصود بتحقيق الشروط هو أن تكون حالة جميع المداخل العادية عالية ( 1 ) والمعكوسة منخفضة 0 فعندما تكون حالة المداخل I0.0,I0.2,I0.4 عالية وحالة المداخل I0.1,I0.3 منخفضة يتحقق الأمر فتصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 وتباعًا يصبح حالة المخرج Q2.1 مساوية 1 أيضًا ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة I0.1 تساوى 1 بدلاً من 0 مثلاً يتوقف تنفيذ الأمر أى تصبح حالة Q2.0 مساوية 0 وتباعًا تصبح حالة Q2.1 مساوية 0.

**٦ / ٨ / ٢- بتخزين (S)**

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة ويتوقف تنفيذ هذا الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير R والشكل ( ٦ -٣٣ ) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى

الشكل ( أ ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين والمبين بالشكل ( ب ) .




ب أ

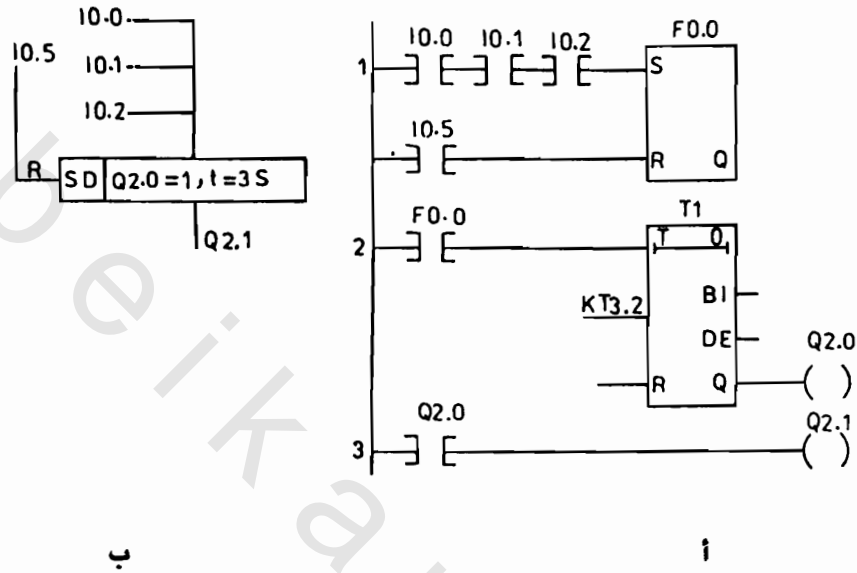
**شكل (٦ – ٣٣)**

فعندما تكون حالة المداخل I0.1,10.0 عالية ( 1 ) وحالة المداخل I0.2,I0.3 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية أيضًا ( 1 ) .

وعندما تصل إشارة عالية لمدخل التحرير I0.3 تصبح حالة المخرج Q2.0 صفرًا وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 صفرًا .

**٦ / ٨ / ٣- بتخزين وبتأخير زمنى ( SD )**

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل ( المداخل ) ولو للحظة وذلك بعد تأخير زمنى مقداره T ويتوقف تنفيذ الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير والشكل ( ٦ –٣٤ ) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل ( أ ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين وبتأخير زمنى والمبين بالشكل ( ب ) .

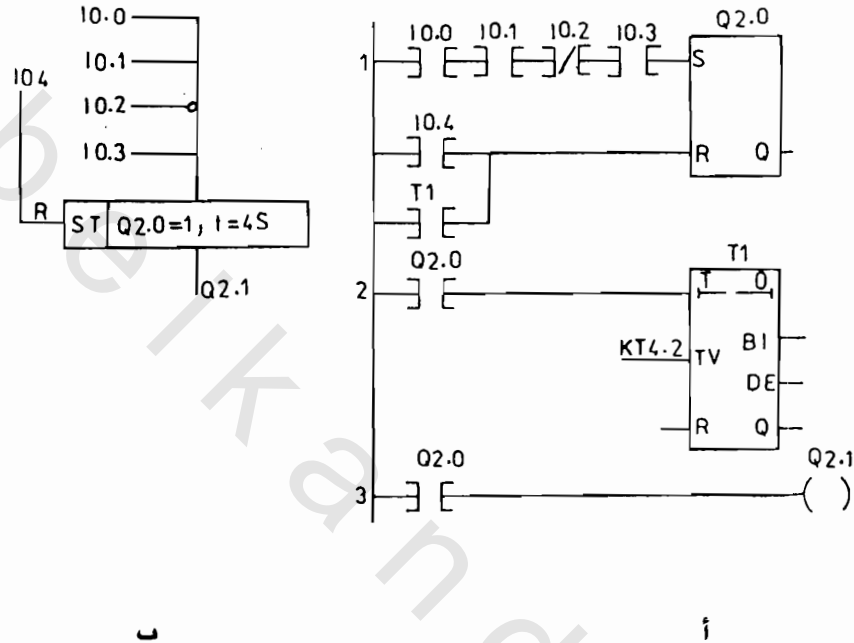



**شكل (٦ – ٣٤)**

فعندما تكون حالة المداخل I0.0,I0.1,I0.2 عالية ( 1 ) وحالة المداخل I0.2 منخفضة ( 0 ) يتحقق هذا الأمر وبعد تأخير ثلاث ثوان تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية ( 1 ) وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية أيضًا وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.5 يتوقف تنفيذ هذا الأمر وتصبح حالة Q2.0 منخفضة ( 0 ) وتباعًا تصبح حالة Q2.1 منخفضة أيضًا.

**٦ / ٨ / ٤ – بتخزين لمدة زمنية محددة ST**

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل ( المداخل ) ولو للحظة ويستمر تنفيذ الأمر مدة زمنية T أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع، والشكل ( ٦–٣٥ ) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين لمدة زمنية محددة T والمبين بالشكل ( ب ).

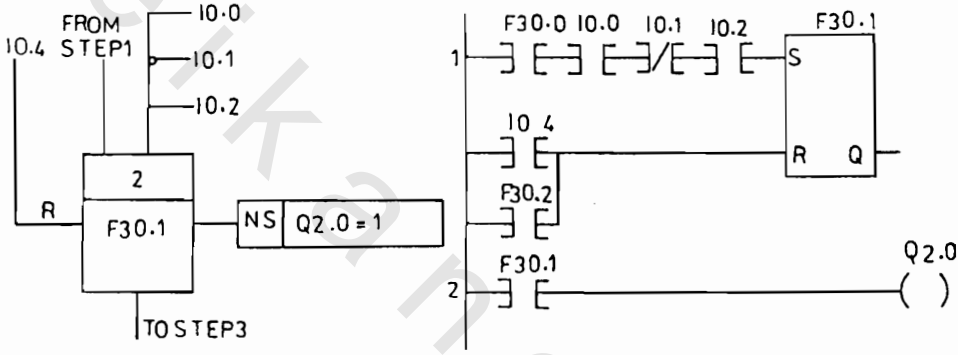



**شكل (٦ – ٣٥)**

فإذا كانت حالة المداخل I0.0,I0.1,I0.3 عالية ( 1 ) وحالة المداخل I0.3, I0.4 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية ( 1 ) لمدة زمنية مقدارها أربع ثوان وبالمثل تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية ( 1 ) لمدة زمنية مقدارها أربع ثوان أما فى حالة وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.4 تصبح حالة المخارج Q2.0,Q2.1 منخفضة ( 0 ) .

## ٦ / ٨ / ٥- الخطوة STEP

تتكون العمليات الصناعية المتتابعة من مجموعة من المراحل بحيث لا تبدأ مرحلة إلا بعد تحقق شروط التشغيل لها ومن بين هذه الشروط عمل المرحلة السابقة أى الخطوة السابقة والشكل ( ٦– ٣٦ ) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل ( أ ) الشكل السلمى المكافئ للخطوة الثانية لأحد العمليات الصناعية .




ب أ

**شكل (٦-٣٦)**

فإذا كانت حالة المداخل I0.0,I0.2 عالية ( 1 ) وحالة المداخل I0.1,I0.4 منخفضة ( 0 ) مع بدء الخطوة السابقة أى حالة F30.0 عالية ( 1 ) فتصبح حالة ( F30.1 ) عالية ( 1 ) وتباعًا يعمل المخرج Q2.0 أى تصبح حالته مرتفعة ( 1 ) وعند عمل الخطوة التالية أى عمل F30.2 تتوقف الخطوة الثانية F30.1 وتصبح حالة Q2.0 مساوية ( 0 ) وذلك لأن الأمر المستخدم بدون تخزين ( NS ) .