الباب الخامس

أجهزة التحكم المبرمج PLC'S

٥ - ١ مقدمة

إن PLC هى اختصار Programmable Logic Controllers ، وهى أجهزة إليكترونية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برامج التشغيل ، والتى تتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة ؛ مثل البوابات المنطقية والقلابات ، والمؤقتات الزمنية والعدادات ... إلخ وذلك للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش . وتتكون هذه الأجهزة من أربعة عناصر رئيسية وهم :

١ - **وحدة المعالجة المركزية** CPU ، وهي المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل للكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية ولمبات البيان ووسائل الإنذار الصوتى .

٢ - **الذاكـــرة** Memory وهى تنقسم إلى نوعين وهما :

أ - ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية Ram : وتخزن 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 ولايمكن للمستخدم الوصول لمحتوياتها .

٣ - **وحدة ربط المداخل** Input Inter Face : حيث تقوم بتقليل الجهود القادمة من أجهزة مداخل جهاز التحكم المبرمج مثل الضواغط والمفاتيح المختلفة لتناسب وحدة المعالجة المركزية .

٤ – وحدة ربط المخارج Output Inter Face حيث تقوم هذه الوحدة برفع جهد إشارات التشغيل القادم إليها من وحدة المعالجة المركزية CPU ليناسب عمل أجهزة مخارج أجهزة التحكم المبرمج مثل الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية ..... إلخ .

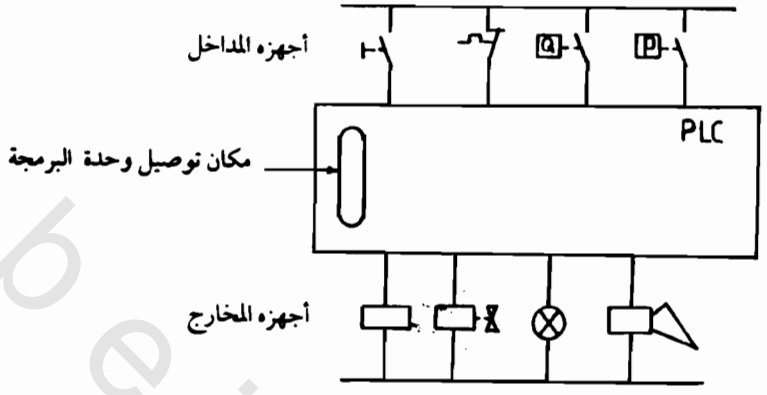
ويوجد بعض الأجهزة التى تصاحب استخدام أجهزة التحكم المبرمج مثل وحدة البرمجة Programmer . وهناك أنواع مختلفة من وحدات البرمجة أبسطها يشبة الآلة الحاسبة وتسمى بوحدة برمجة اليد Hand Programmer وتستخدم وحدات البرمجة لإدخال برنامج التشغيل . ويوجد وحدات ذاكره خارجية يوجد لها مكان معد بجهاز التحكم المبرمج حيث توضع فيه ، وتستخدم لتخزين التشغيل المحمل به جهاز التحكم المبرمج حيث توضع فيه ، وتستخدم لتخزين برنامج التشغيل المحمل به جهاز التحكم المبرمج ، أو تحميل جهاز PLC ببرنامج مخزن فيها .

وهناك نوعان من أجهزة التحكم المبرمج من حيث التركيب وهما :

١ – **جهاز التحكم المبرمج المتكامل** Compcat PLC حيث توضع جميع الأجزاء المكونه لجهاز PLC فى غلاف واحد .

٢ – **جهاز التحكم المبرمج ذو الموديولات** Moduled PLC حيث يخصص غلاف لكل عنصر من عناصر التحكم المبرمج فيوجد موديول مستقل CPU ، وموديول وحدة ربط المداخل، وموديول وحدة ربط المخارج ..... إلخ .

وفى الشكل ٥ – ١ شكل تخطيطى مبسط لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل . وعادة يرمز للمداخل بالرمز I وهو الحرف الأول لكلمة Input ويرمز للمخارج بالرمز Q حيث استبدل الحرف الأول لكلمة Output بالحرف Q لعدم إحداث تداخل مع الصفر (0) .



شكل (٥-١)

ويستخدم النظام الثمانى (انظرالفقرة ٥ - ٢) لترقيم المداخل على سبيل المثال :

I 0.0, I 0.1, I 0.2, ... I 0.7

I 1.0, I 1.1, I 1.2 ..... I 1.7

وكذلك يستخدم النظام الثمانى لترقيم المخارج على سبيل المثال :

Q 3.0, Q3.1, Q3.2, ... , Q3.7

Q4.0, Q4.1, Q4.2, ... , Q4.7

فلو أخذنا المخرج Q4.2 على سبيل المثال فإن هذا المخرج فى البايت 4 وهوالخانة 2 .

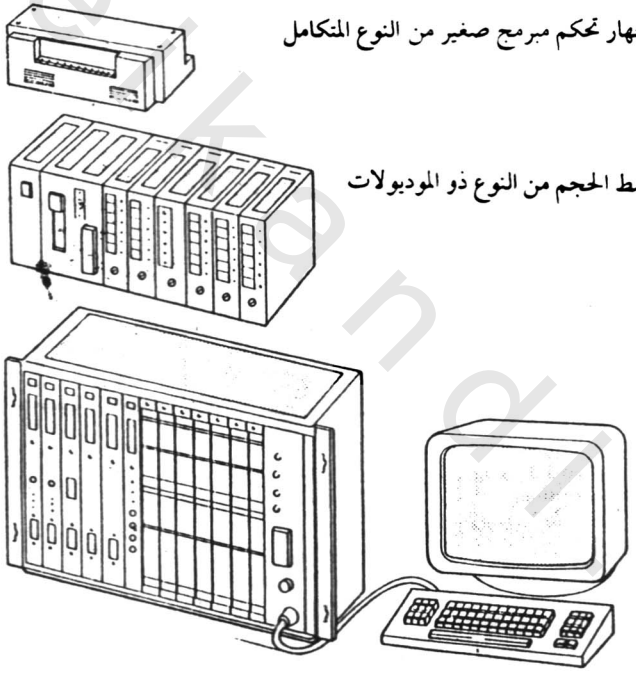
وعادة توصل مداخل أجهزة التحكم المبرمج الرقمية مع أجهزة المداخل الرقمية مثل :

الضواغط - المفاتيح - مفاتيح نهايات المشوار - المفاتيح التقاربية المغناطيسية - المفاتيح التقاربية السعوية - المفاتيح التقاربية الحثية - مفاتيح الضغط - مفاتيح العوامات - مفاتيح درجة الحرارة ..... إلخ

وتوصل مخارج أجهزة التحكم المبرمج الرقمية مع أجهزة المخارج الرقمية مثل :

الكونتاكتورات - بوبينات الصمامات الاتجاهية - لمبات الإشارة - هورنات الإنذار الصوتى .

وفى الشكل ٥ - ٢ صور لأنواع مختلفة من أجهزة التحكم المبرمج .



شكل (٥-٢)

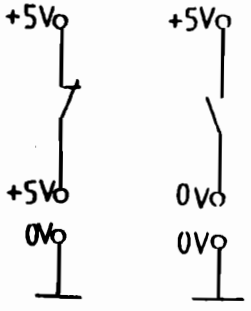
٥ – ٢ مصطلحات فنية

فيمايلي أهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج PLC :

١ – الإشارة الرقمية Digital Signal :

وهى إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقمية مساوية ov أو أى قيمة أخرى ولتكن 5V + على سبيل المثال الجهد المنقول عبر ريشة تلامس ، فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول ov وإذا كانت مغلقة فإن الجهد المنقول 5V + .

٢ – حالة الإشارة الرقمية Digital Signal :



إذا كان جهد الإشارة الرقمية ov يقال إن حالة الإشارة الرقمية 0 ، وإذا كان جهد الإشارة الرقمية 5v+ يقال إن حالة الإشارة الرقمية 1 .

٣ – الخانة (البت) bit :

وهى مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحد أما 0 أو 1 .

٤– البايت byte :

يتكون البايت من ثمان خانات 8 bits يخزن فيهم حالة ثمان إشارات رقمية .

1	0	1	1	0	0	0	1

٥ – **الكلمة** word :

تكون الكلمة من 16 خانة (16 bits) يخزن فيهم حالة 16 إشارة رقمية أى أن الكلمة تتكون من عدد 2 بايت .

٦ – **وحدات التخزين الداخلية** Markers

ويطلق عليها أعلام Flags أو ريلهات داخلية Internal Control relays . وتتكون وحدة التخزين الداخلية من خانة واحدة bit ، ويخزن فيها حالة العمليات الوسيطة فى العمليات الصناعية فى صورة 0 أو 1 ،وهذه الوحدات توجد فى الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج، وتأخذ وحدات التخزين الداخلية الرمز M ، ويستخدم النظام الثمانى لترقيم وحدات التخزين الداخلية على سبيل المثال :

M0.0 , M 0.1 , M0.2, ... M0.7
M1.0, M1.1, M1.2, ... M1.7

٧ – **النظام الثنائي** binaiy system :

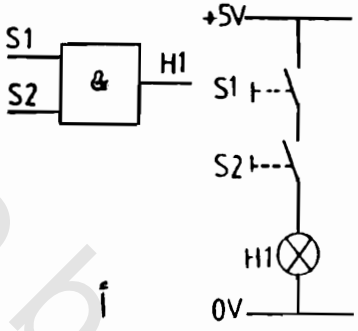
ويستخدم هذا النظام للتعبير عن حالة الأشياء التى تتواجد فى حالتين فقط فمثلاً : المصباح الكهربى عندما يضىء تكون حالته 1 (بالنظام الثنائى) وعندما يكون معتماً تكون حالته 0 (بالنظام الثنائى) وهكذا .

٨ – **النظام الثماني** Octal system :

ويتكون هذا النظام من ثمان أعداد هم 0,1,2,3,.....,7 ، ويستخدم هذا النظام فى ترقيم المداخل والمخارج ووحدات الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج فى العادة .

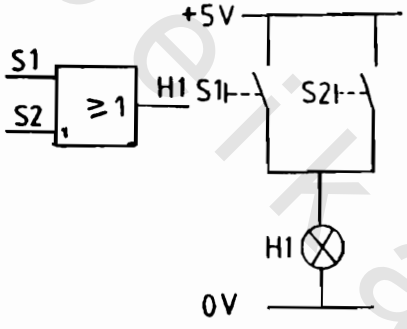
٩ – **البوابات المنطقية** Logic gates :

وهى دوائر متكاملة إليكترونية Integerated circiuts لها بعض الخواص ويمكن محاكاتها بالريلهات الكهرومغناطيسية كما بالشكل ٥ – ٣ .



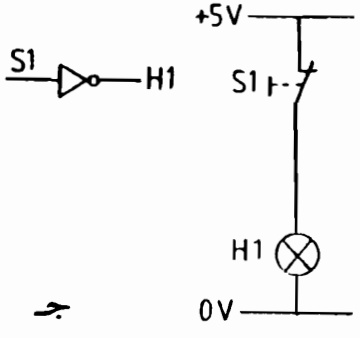
أ

ففى الشكل (أ) اللمبه H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 والضاغط S2 فى نفس اللحظة ويقال حينئذ إن حالة اللمبة H1 يكون 1 عندما يكون حالة الضاغطين S1 , S2 هو 1 أيضاً وتسمى هذه العملية (عمليه و) AND operation .



ب

وفى الشكل (ب) اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كلاهما معاً . أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كان حاله الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كلاهما يساوى 1 وتسمى هذه العملية (عملية أو) OR operation .



جـ

وفى الشكل (جـ) اللمبة H1 تضىء فى الحالة العادية وتنطفىء عند الضغط على الضاغط S1 أى أن حالة H1 تساوى 1 إذا كان حالة S1 تساوى 0 والعكس بالعكس وتسمى هذه العملية Not operation .

٥ – ٣ لغات إجهزة التحكم المبرمج

شكل (٥ – ٣)

هناك نوعان من اللغات المستخدمة فى أجهزة التحكم المبرمج وهى :

١ – لغات منخفضة المستوى Low level languages

٢ – لغات عالية المستوى High level languages

أما اللغات المنخفضة المستوى فنذكر منها مايلى :

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

٢ - **اللغة البوليه** Boolean Mnemonics وتتكون هذه اللغة من عنصرين هامين هما : العملية ، والبيانات ، على سبيل المثال التعليم LDI 0.0 ، فالعملية هى : LD أى حمل ، والبيانات هى I 0.0 أى المدخل I 0.0 .

٣ - **الشكل المنطقي** Logic diagram وهذه اللغة تستخدم فى بنائها الرموز المنطقية للبوابات وكذلك بعض البلوكات الوظيفية لبعض الوظائف الخاصة .

٤ - **مخطط التشغيل التتابعي** Glafcet وهى طريقة تستخدم فى أجهزة التحكم المبرمج للتحكم فى العمليات الصناعية التى تتكون من مجموعة من المراحل المتتابعة ويشبه مخطط التشغيل التتابعى لحد كبير خريطة التدفق Flowchart المستخدمة أثناء إعداد برامج الكمبيوتر .

وسوف نتناول اللغات المنخفضة بالتفصيل فى الفقرات القادمة فى هذا الباب .

أما اللغات العالية المستوى فتشبه لغة البيسيك ، فمعظم الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج تستخدم لغات عالية المستوى تشبه فى نظمها لغة البيسيك ، ويتراوح زمن تنفيذ أجهزة PLC للبرنامج 1 ms لكل كيلو بايت من البرنامج ، وهناك الكثير من العمليات التى يمكن إجراؤها بأى لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج نذكر منها

١ - العمليات الثنائية (عمليات الرليهات)

٢ - المؤقتات الزمنية - العدادات ..... إلخ وتسمى بالبلوكات الوظيفية .

٥ – ٤ المواصفات الفنية لأجهزة التحكم المبرمج المستخدمة

الشكل ٥ – ٤ يعرض نموذجاً لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل له عدد 12 مدخلاً رقمياً وهم :

I 0.0, I 0.1, I 0.2, ... I 0.7

I 1.0 , I 1.1, I 1.2, I 1.3

وعدد ثمان مخارج رقمية وهم :

Q 3.0, Q3.2, ... Q 3.7

حيث إن أطراف توصيل الجهاز مع المصدر هى L, N, PE ويتم توصيل الجهاز بمصدر كهربى متغير جهده 220 V .

ويتم توصيل الخط المشترك لريشة مخارج الجهاز (وهى موجودة داخل الجهاز) مع الوجه L .

وعندما يكون حالة أحد المخارج مساوية 1، يقوم الجهاز بغلق الريشة الخاصة بهذا المخرج ليصل الجهد الكهربى إلى جهاز المخارج المتصل بهذا المخرج على سبيل المثال : إذا أصبحت حالة المخرج Q 3.0 مساوية 1 يتصل الوجه L مع الكونتاكتور K فيكتمل مسار التيار لهذا الكونتاكتور ويقوم الكونتاكتور بعكس حالة ريشه فتصبح الريش المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس .

أما أجهزة المداخل الرقمية فيتم توصيلها إما بالطرف 24V+ وهو طرف تغذية المداخل بجهد مستمر مقداره 24 V + (تغذية داخلية من جهاز PLC) أو توصيلها بمصدر تيار مستمر خارجى يعطى جهد 24 V + ، 24 V – بحيث يوصل طرفا هذا المصدر بالتوازى مع الأطراف (24 V + , 24 V -) بجهاز PLC .

وعند غلق أحد ريش المداخل ولتكن الريشة S يصل جهد 24 V+ المدخل I0.0 وهذا يعنى أن حالة المدخل I 0.0 مساوية 1 .

ويحتوى جهاز PLC على 88 وحدة تخزين داخلية وهم :

M 0.0 , M 0.1 , M0.2 ..... M0.7

M1.0 , M1.1 , M1.2, ... M1.7

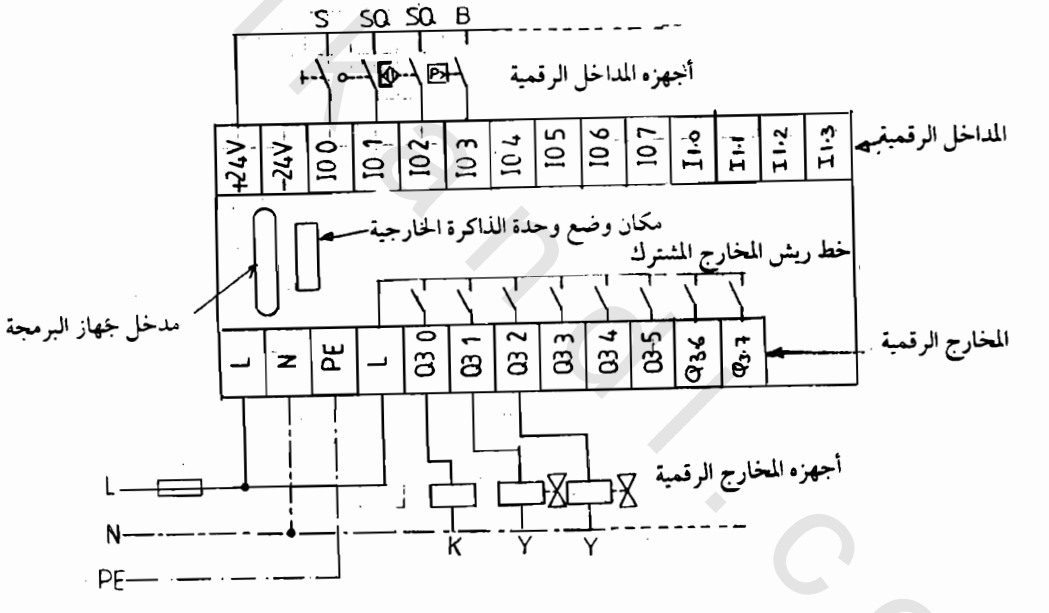
M127.0 , M127.1 , ... M127.7

ويحتوى جهاز PLC على أنواع مختلفة من البلوكات الوظيفية سنكتفى هنا بذكر نوعين منها وهما :

المؤقتات الزمنية وعددهم 16 وهم .. T0, T1, T2, ... T15

العدادات وعددهم 16 وهم .. C0, C1, C2, ... C15

ويمكن معرفة المزيد عن أجهزة التحكم المبرمج بالرجوع للكتاب الثانى فى سلسلة التحكم العملية (أجهزة التحكم المبرمج وتطبيقاتها العملية) .



شكل (٥ – ٤)

٥ – ٥ العمليات الثنائية (عمليات الرليهات)

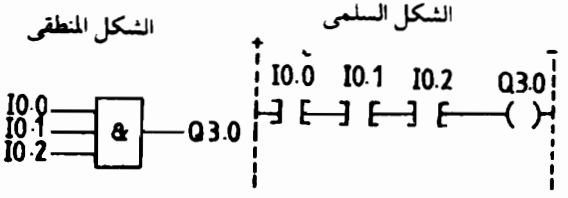
وهى العمليات التى كانت تجرى فى نظم التحكم بالرليهات الكهرومغناطيسية مثل عمليه و (AND) ، وعمليه أو (OR)، وعملية النفى (NOT) ، وعملية الإمساك بالقلاب Latching with plip flop

والجدول ٥ – ١ يبين الأوامر المختلفة المستخدمة لهذه العمليات والرمز السلمى المقابل . حيث إن B1 هى البلوك رقم 1 وهو عبارة عن دائرة مركبة تتكون من مجموعة من الريش المفتوحة ، أو من الريش المغلقة ، أو من الريش المفتوحة والمغلقة موصلة معاً على التوالى والتوازى بتنظيمات مختلفة .

العملية	الرمز السلمى
LD	⊢ ⊣ ⊢
LN	⊢ ⊣/⊢
A	⊣ ⊢
AN	⊣/⊢
O	⊢ ⊣ ⊢
ON	⊣/⊢
OB	B1 / B2
AB	B1 — B2
S	S Q
R	R
=	—( )
=N	—(/)

٥ – ٥ –١ بوابة و AND gate

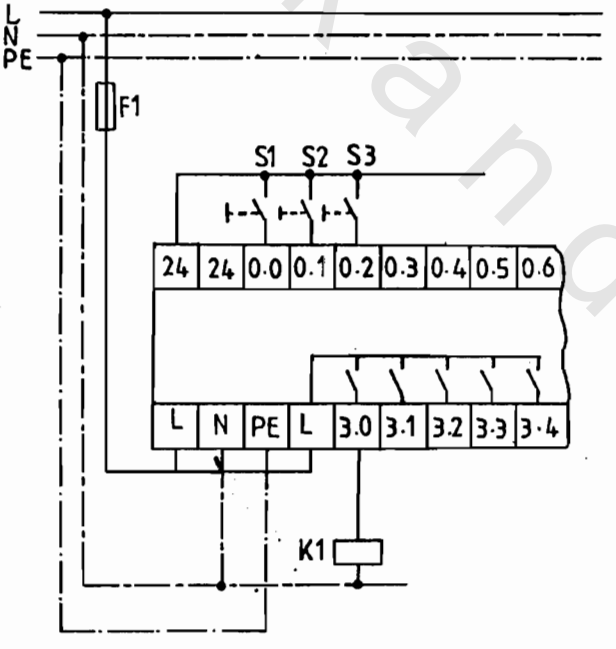
الشكل ٥ – ٥ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى لبوابة وبثلاثة مداخل وهم : I0.0, I0.1, I0.2



شكل (٥ – ٥)

العنوان	العملية	البيانات
000	LD	I0.0
001	A	I0.1
002	A	I0.2
003	=	Q3.2

وفى المقابل البرنامج البولى لبوابة وبثلاثة مداخل ، وحتى يكون هناك خرج للبوابة أى لكى تصبح حالة Q3.0 مساوية 1 يجب أن يكون حالة كل المداخل I0.0, I0.1, I0.2 مساوية 1 ، وحتى يمكن استيعاب ذلك سنستخدم ثلاثة ضواغط وهم: S1 , S2, S3 كمداخل لجهاز التحكم المبرمج ويستخدم الكونتاكتور K1 كمخرج لجهاز PLC ، والشكل ٥ – ٦ يبين مخطط توصيل الضواغط والكونتاكتور بجهاز PLC من النوع المتكامل .



شكل (٥ – ٦)

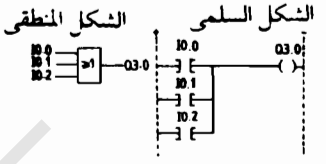
فعند الضغط على الضواغط S1 ، S2 ، S3 فى آن واحد يصل جهد كهربى ومقداره 24V+ إلى المداخل I0.o, I0.1,I0.2 لجهاز PLC، فتنعكس حالة هذه المداخل فى الشكل السلمى فتصبح الريش المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس، فيمر التيار الكهربى من القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاى الداخلى Q3.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q3.0 مساوياً لجهد الوجه L فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K1 ، ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة على الأقل ينقطع مسار التيار للكونتاكتور K1 .

obeikandl.com

للكونتاكتور K1 ، ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة على الأقل ينقطع مسار التيار للكونتاكتور K1 .

٥-٥-٢ بوابة أو OR gate

الشكل ٥-٧ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمي لبوابة أو بثلاثة مداخل وهم I0.0, I0.1, I0.2 .



شكل (٥ - ٧)

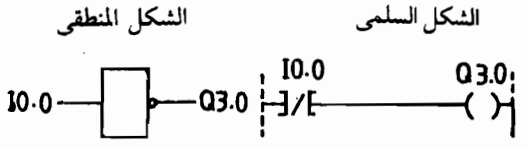
وفى المقابل البرنامج البولى لبوابة أو بثلاثة مداخل وحتي يكون هناك خرج للبوابة ؛ أى لكي تصبح حالة Q3.0 مساوية 1 يجب أن يكون حالة مدخل واحد على الأقل مساوية 1 . فعند استخدام ثلاثة ضواغط S1, S2, S3 كثلاثة مداخل لجهاز PLC والكونتاكتور K1 كمخرج لجهاز PLC ويكون مخطط توصيل المداخل والمخارج مع الجهاز كما بالشكل ٥-٦ أيضاً . ويتمغنط الكونتاكتور K1 فى هذه الحالة عند الضغط على أحد الضواغط الثلاثة على الأقل .

العنوان	العملية	البيانات
000	LD	I0.0
001	A	10.1
002	A	I0.2
003	=	Q3.0

obeikandl.com

٥ – ٥ – ٣ بوابة النفي (Not gate)

الشكل ٥ – ٨ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى لبوابة لا



شكل (٥ – ٨)

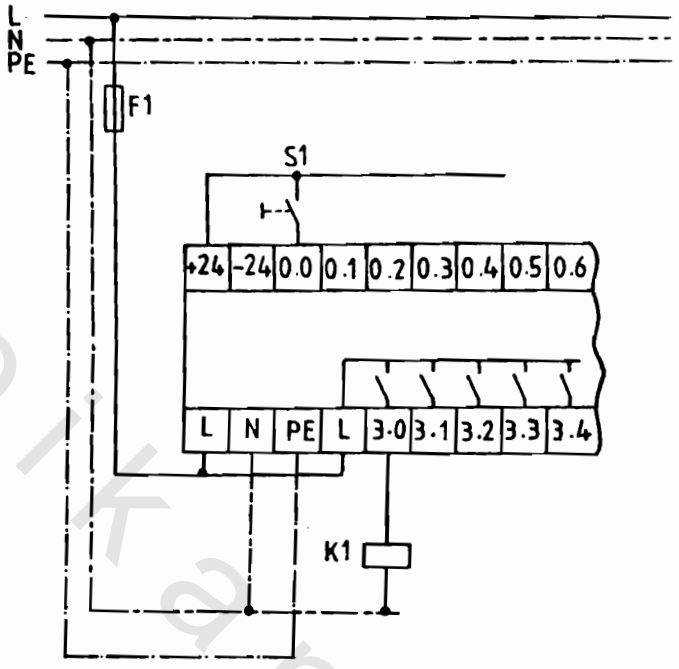
وفى المقابل البرنامج البولى لبوابة النقى وحتى يكون حاله Q3.0 مساوية 1. يجب أن يكون حالة المدخل 10.0 مساوية 0 ، فإذا استخدم الضاغط S1 كمدخل والكونتاكتور K1 كمخرج يكون مخطط التوصيل لجهاز PLC مع المداخل والمخارج كما بالشكل ٥ – ٩ .

البيانات	العملية	العنوان
I0.0	LD	000
Q3.0	=	001

ويعمل الكونتاكتور K1 بمجرد توصيل التيار الكهربى لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز، ولكن عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن الكونتاكتور فى الحال

ملاحظة :

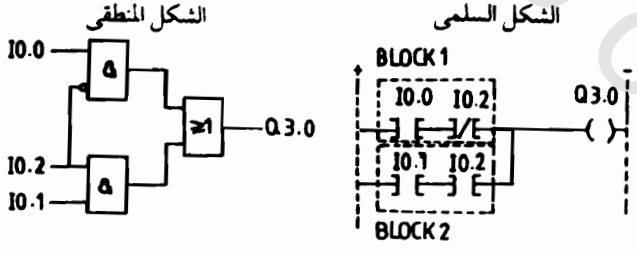
دائماً تأخذ ريش مفتوحة للمداخل سواء كانت ضواغط أو مفاتيح ، فمثلاً S1 بريشة مفتوحة بالرغم من أن 10.0 من الشكل السلمى بريشة مغلقة .



شكل (٥ – ٩)

٥–٥–٤ دائرة مركبة تتكون من بوابتين (و) وبوابة (أو)

الشكل ٥ – ١٠ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى للدائرة المركبة .



شكل (٥ – ١٠)

وفى المقابل البرنامج البولى للدائرة المركبة الموضحة بالشكل ٥ – ١٠ وحتى يكون حالة Q3.0 مساوية 1 يجب أن يتحقق أحد الشروط الآتية :

العنوان	العملية	البيـانات
000	LD	I0.0
001	AN	I0.2
002	LD	I0.1
003	A	I0.2
004	OB	
005	=	Q3.2

١ – حالة 10.0 تساوى 1 .

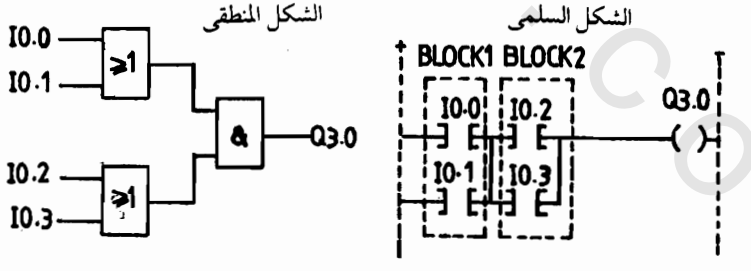
٢ – حالة 10.2 ، 10.1 تساوى 1 .

٣ – حالة I0.0, I0.1, I0.2 تساوى 1 .

ويمكن استخدام الضواغط S1, S2, S3 كمداخل لجهاز PLC ، والكونتاكتّر K1 لمخرج ويكون مخطط التوصيل للجهاز كما بالشكل٥ – ٦ أيضاً .

وكما هو واضح من البرنامج البولى أننا بدأنا بعملية تحميل عند بداية الدائرة الأولى BLOC K1 ، ثم بعملية تحميل عند بداية الدائرة الثانية BLOC K2 ، ثم إجراء عملية أو على الدائرتين بالعملية 0B ، وهذا هو المتبع فى مثل هذه الحالة .

٥–٥–٥ دائرة مركبة تتكون من بوابتين (أو) مع بوابة (و)



شكل (٥ – ١١)

الشكل ٥ – ١١ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى لهذه الدائرة المركبة

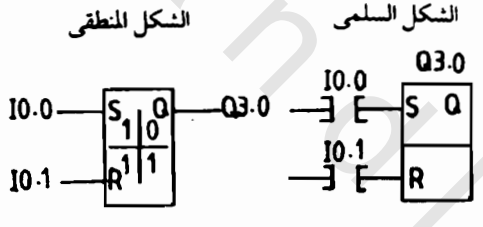
وفى المقابل البرنامج البولى للدائرة المركبة الموضحة بالشكل ٥ – ١١ .

العنوان	العملية	البيـانات
000	LD	I0.0
001	O	I0.1
002	LD	I0.2
003	O	I0.3
004	OB	
005	=	Q3.0

وكما هو واضح من خطوات البرنامج البولى أننا بدأنا بعملية تحميل عند بداية الدائرة الأولى Bloc K1 ، ثم بعملية تحميل عند بداية الدائرة الثانية Bloc K2 ، ثم إجراء عملية وعلى الدائرتين بالعملية AB وهذا هو المتبع فى مثل هذه الحالة ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة جهاز PLC باستخدام 4 ضواغط مفتوحة S1, S2, S3, S4 والكونتاكتور K1 .

٥ – ٥ – ٦ القلاب R - S ذو أفضلية التحرير

الشكل ٥ – ١٢ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى للقلاب R - S ذو أفضلية التحرير



شكل (٥ – ١٢)

العنوان	العملية	البيـانات
000	LD	I0.0
001	S1	Q3.0
002	LD	I0.1
003	R	Q3.0

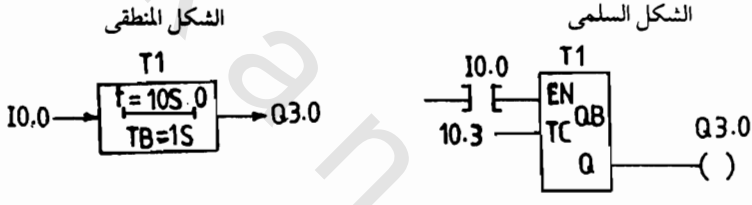
حيث إن S1 اختصار Set أى إمساك ، R اختصار Reset أى تحرير . وفى المقابل البرنامج البولى للقلاب ويكون حاله Q3.0 مساوية 1 إذا كانت حالة I0.0 مساوية 1 ولو للحظة واحد وتستمر حالة Q4.0 مساوية 1 بعد ذلك لحين وصول إشارة

1 للمدخل I0.1 ولو للحظة ، حينئذ تصبح حالة Q3.0 مساوية 0 ، علماً بأنه إذا كانت حالة كلا من I0.1 , I0.0 مساوية 1 فى آن واحد فإن حالة Q3.0 ستساوى 0 وذلك لأن الأفضلية لمدخل التحرير (I0.1) عند مدخل الإمساك (I0.0) .

٥ – ٦ البلوكات الوظيفية

سنكتفى هنا بتناول المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل لكثرة استخدامه فى التطبيقات المختلفة .

والشكل ٥ – ١٣ يبين الشكل المنطقى والشكل السلمى لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل ON delay Timer زمن مقداره (10S) .



شكل (٥ – ١٣)

حيث إن EN اختصار Enable أى مدخل التمكين ، Tc اختصار Time Constant أى ثابت الزمن ، TB اختصار Time base أى أساس الزمن .

وفى المقابل البرنامج البولى للمؤقت T1 الذى يؤخر عند التوصيل 10 S . وكما هو واضح من الشكل السلمى أن للمؤقت مدخلين وهما EN ، أى مدخل التمكين ، Tc ، وهو مدخل الزمن المؤقت وللمؤقت المخرج Q ولمعرفة زمن تأخير المؤقت نعوض فى العلاقة $T = \chi . (TB)$

العنوان	العملية	البيانات
000	LD	I0.0
001	=	T1
002	TC	10.3
003	LD	T1
004	=	Q3.0

openkandil.com

حيث إن زمن المؤقت الزمنى المستخدم فى الشكل السلمى يكون فى الصورة x. y أى أن x = 10 ، y = 3 ويمكن تعيين TB أى زمن الأساس للمؤقت بدلالة y من الجدول ٥ – ١

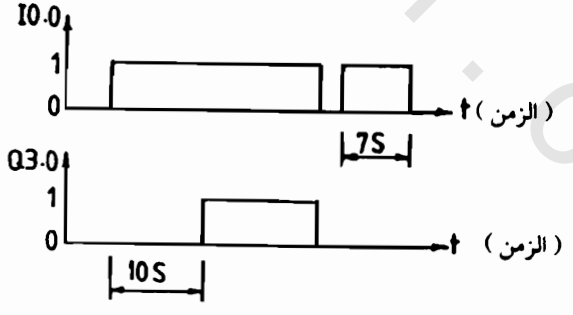
y	1	2	3	4
TB	10 ms	100 ms	1 S	10 S

وفى هذه الحالة يكون زمن المؤقت مساويا

$$T = 10 * 1\ S = 10\ S$$

فعند وصول إشارة 1 للمدخل I0.0 لجهاز PLC ؛ يكون حالة المخرج Q3.0مساوية 1بعد تأخير زمنى مقداره 10 S، ويستمر حالة المخرج Q3.0 مساوية 1 طالما أن حالة I0.0 مساوية 1 ، وبمجرد عودة حالة المدخل I0.0 للصفر يعود حالة المخرج Q3.0 تلقائياً إلى الصفر أيضاً .

وفى الشكل ٥ – ١٤ المخطط الزمنى لهذا المؤقت ، ويلاحظ أن المؤقت لايكون خرجه مساوياً 1 إذا كان زمن بقاء حالة المدخل I0.0 مساوياً 1 أقل من الزمن المعاير عليه المؤقت .



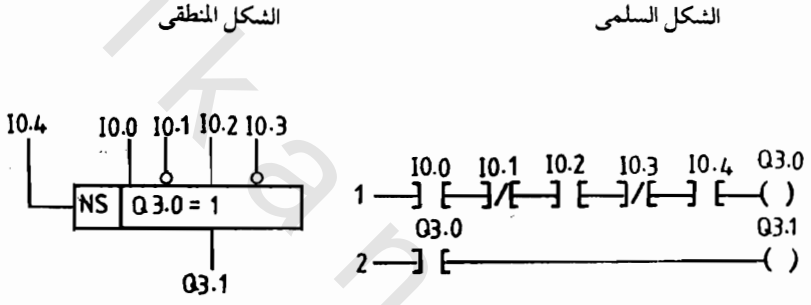
شكل (٥ – ١٤)

٥-٧ مخطط التشغيل التتابعى Grafcet

تكتب أوامر التشغيل فى مخطط 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 مخطط التشغيل التتابعى .

٥-٧-١ بدون تخزين (NS)

وينفذ هذا الأمر طالما الشروط متحققه والشكل ٥ - ١٥ مثالاً لهذا الأمر والشكل السلمى 1المكافىء :



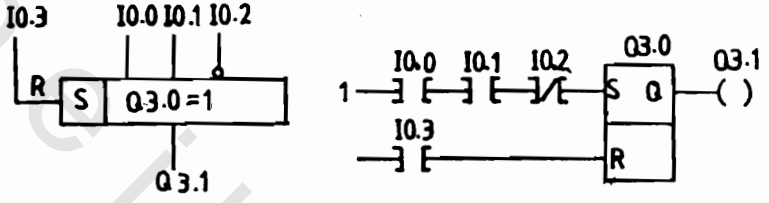
شكل (٥ - ١٥)

والمقصود بتحقيق الشروط هو أن يكون حالة جميع إشارات المداخل العادية 1 والمعكوسة 0 ، فنجد أنه إذا كان حالة I0.0 , I0.2, I0.4 مساوية 1 وحالة I0.1, I0.3 مساوية 0 يتحقق الأمر ويصبح حالة Q3.0 مساوية 1 ، ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة I0.1 تساوى 1 بدلاً من 0 يتوقف تنفيذ الأمر أى يصبح حالة Q3.0 مساوية ٠ وتباعاً يصبح حالة Q301 مساوية 0 .

ملاحظة : عندما يصبح حالة Q3.0 مساوية 1 ينعكس حالة ريشة Q3.0 فتغلقه ريش Q3.0 فى الشكل السلمى وتفتح الريش المغلقة فى الشكل السلمى أيضاً .

٥-٧-٢ بتخـــزين (S)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة ، ويتحرر هذا الأمر عند وصول إشارة تحرير Reset ، والشكل ٥ – ١٦ مثالاً لهذا الأمر والشكل السلمى المكافىء :

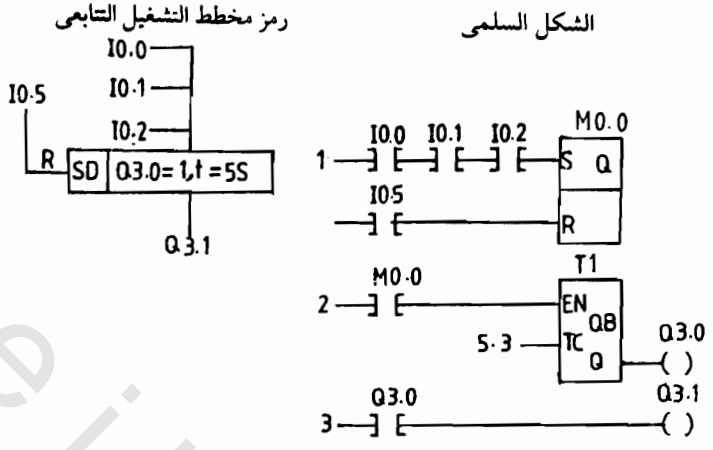


شكل (٥ – ١٦)

فنجد أنه إذا كان (I0.0 = 1 , I0.1 = 1 , I0.2 = 0) ؛ أصبح Q3.0 = 1 مع إمساك، وتباعاً يصبح حالة Q3.1 مساوية 1 وكذلك يستمر حالة Q3.0 , Q3.1 مساوية 1 حتى لو اختلت شروط المداخل لحين وصول إشارة 1 لمدخل التحرير I0.3 فتعود حالة Q3.0 إلى الصفر ، وتباعاً تعود حالة Q3.1 للصفر هى الأخرى .

٥-٧-٣ بتخزين وبتأخير زمنى (SD)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة ، وذلك بعد فترة زمنية مقدارها t ، ويتوقف تنفيذ هذا الأمر عند وصول إشارة تحرير ، والشكل ٥ – ١٧ يعرض مثالاً لهذا الأمر والشكل السلمى المكافىء .

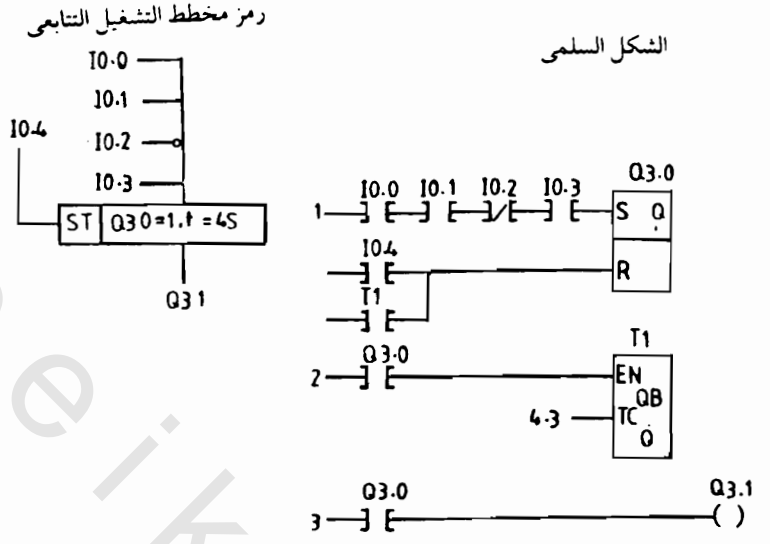


شكل (٥ – ١٧)

فنجد أنه إذا كان (I0.0 = 1, I0.1 = 1, I0.2 = 1) ؛ فإن حالة M0.0 = 1 وتباعاً تغلق الريش المفتوحة M0.0 والموصلة بمدخل التمكين EN للمؤقت T1 فيعمل المؤقت ، وبعد مرور زمن 5S تصبح حالة الموقت مساوية 1 ، وبالتالى تصبح حالة خرج المؤقت مساوية 1 (أى أن حالة Q3.0 تساوى 1) فتغلق الريشة المفتوحة Q3.0 والموصلة بالمخرج Q3.1 فتصبح حالة هذا المخرج مساوية 1 أيضاً ، ولكن بمجرد وصول إشارة 1المدخل التحرير I0.5 يتحرر وحدة الذاكرة الداخلية M0.0 وتباعاً تصبح حالة المؤقت T1 مساوية لصفر ، وتباعاً يصبح حالة Q3.0 ثم Q3.1 مساوية الصفر .

٥–٧–٤ تخزين لفترة محدودة (ST)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ، ويستمر هذا الأمر لحين انتهاء الزمن المعاير أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع . والشكل ٥ – ١٨ يعرض مثالاً لهذا الأمر والشكل السلمى المكافىء .



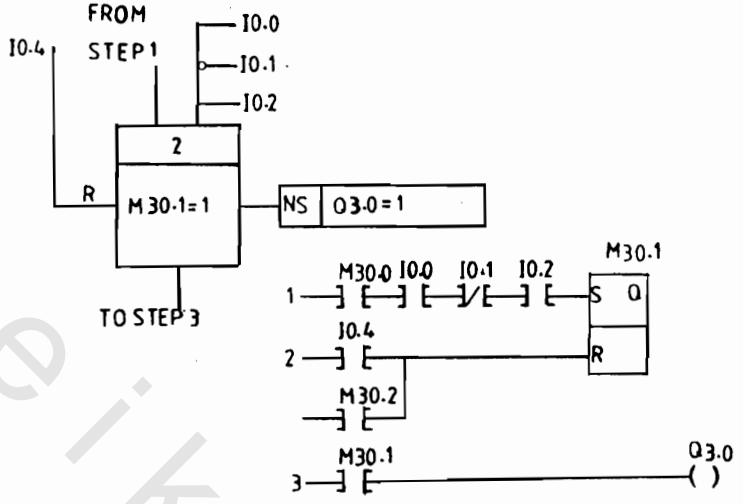
شكل (٥ – ١٨)

فإذا كان (I0.0 = 1 , I0.1 = 1, I0.2 = 0, I0.3 = 1) تصبح حالة Q3.0 مساوية 1، فيعمل T1 وكذلك يعمل Q3.1 ، وبعد مرور الزمن المعاير عليه الموقت T1وهو 4 ثوانى يغلق المؤقت ريشته المفتوحة المتصلة بمدخل التحريرR للقلاب Q3.0 فتعود حالة Q3.0 للصفر ، وتباعاً تعود حالة Q3.1 للصفر هى الأخرى .

ملاحظة : إذا وصلت إشارة 1 للمدخل I0.4 قبل انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت T1 يتحرر القلاب Q3.0 فتعود حالة كلا من Q3.0 ، Q3.1 للصفر .

٥–٧–٥ الخطوة Step

جميع العمليات الصناعية المتتابعة تتكون عادة من مجموعة من الخطوات بحيث لاتعمل أى خطوة إلا بعد تحقق شروط التشغيل لها ، ومن بين هذه الشروط عمل الخطوة السابقة (إن وجدت) . بينما يتوقف تنفيذ الخطوة بعد تنفيذ الخطوة التالية لها ، والشكل ٥ – ١٩ يعرض مثالاً لهذا الأمر فى الشكل السلمى المكافىء .



شكل (٥ – ١٩)

من الملاحظ أنه إذا كان $I0.0 = 1, I0.1 = 0, I0.2 = 1$ **مع بدء الخطوة السابقة أى أن حالة وحدة ذاكرة الخطوة السابقة** (M30.0) **مساوية** 1 **؛ فإن الخطوة** 2 **تتحقق ، وبالتالى تصبح حالة** M30.1 **لحين وصول إشارة تحرير لمدخل تحرير** I0.4 **أو بدء الخطوة الثالثة أى** $M30.2 = 1$ **أيهما أسرع . وطوال فترة عمل الخطوة الثانية ؛ فإن** $Q30.0 = 1$ **ولكن بمجرد توقف هذه الخطوة يصبح** $Q3.0 = 0$ **تباعاً ، وذلك ؛ لأن الأمر المستخدم بدون تخزين** (NS) .