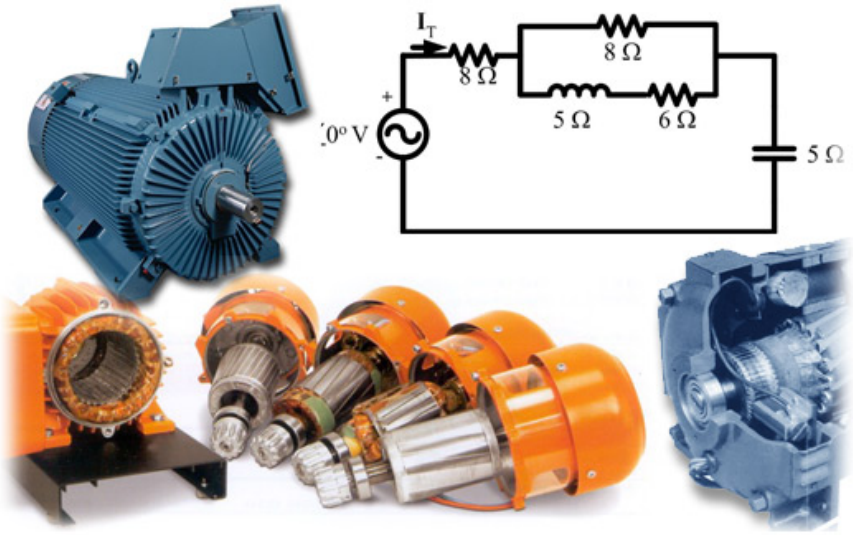
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

آلات و معدات كهربائية

تقنية التحكم المبرمج

٢٣١ كهر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تقنية التحكم المبرمج " لمتدربي قسم" آلات ومعدات كهربائية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

نتيجة للتقدم العلمي والتقني الهائل وزيادة التعقيد في العمليات الصناعية المختلفة ظهرت الحاجة الماسة إلى تطور مماثل لأساليب التحكم في العمليات الصناعية ووسائل تنفيذها. ومن أهم الأساليب الحديثة التحكم الآلي في العمليات الصناعية الذي يحتل مكانة متميزة في التطبيقات الصناعية وذلك لما يتميز به من مميزات عديدة مثل السرعة والدقة في الأداء والسيطرة على أكثر من عملية في نفس الوقت، مما أدي إلى زيادة الإنتاج وجودة المنتجات، ومن الوسائل المهمة لتنفيذ عمليات التحكم الآلي في التطبيقات الصناعية المختلفة استخدام الحاكم المنطقي المبرمج Programmable Logic Controller (PLC).

بدأ استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة عام ١٩٦٩ ومنذ ذلك الوقت نال شهرة واسعة في مجال التحكم في العمليات الصناعية والآلات الكهربائية، ثم بدأ استخدام الميكروبروسسور في صناعة أجهزة التحكم المنطقي المبرمج حيث لعب دور العقل بالنسبة للجهاز، ومع التقدم في صناعة الدوائر الألكترونية وعناصرها زادت إمكانية أجهزة التحكم المنطقي المبرمج من ذاكرة ووسائل اتصال وطرق برمجة واكتشاف الأخطاء ..... إلخ مما أدى إلى إنتاج أجهزة أرخص في الثمن وذات إمكانيات أكبر مما ساعد على استخدامها في تنفيذ عمليات التحكم المعقدة. وسوف نتناول في هذه الحقيبة موضوع التحكم المنطقي المبرمج وبعض التطبيقات التي يستخدم فيها.

تتكون هذه الحقيبة من ستة وحدات تدريبية حيث تعرض الوحدة التدريبية الأولى النظم المختلفة للأعداد وذلك لأهمية تلك النظم في فهم كيفية تنفيذ العمليات الحسابية والمنطقية داخل جهاز الحاكم المنطقي المبرمج، وتتناول الوحدة الثانية الدوائر المنطقية المختلفة وكيفية استخدامها لتنفيذ المعادلات المنطقية كما تتناول كيفية تحويل عمليات التحكم المختلفة إلى معادلات ودوائر منطقية. ونستعرض مكونات الحاكم المنطقي المبرمج ومميزات استخدامه في الصناعة بالإضافة إلى عرض بعض دوائر التحكم التقليدية في الوحدة الثالثة. وفي الوحدة التدريبية الرابعة نقدم الطرق المختلفة لبرمجة جهاز الحاكم المنطقي المبرمج، ثم نتناول الدوال الأساسية مثل المزمنات والعدادت ... إلخ وكيفية استخدامها في تنفيذ عمليات التحكم المختلفة في الوحدة الخامسة، أما في الوحدة السادسة فنعرض بعض التطبيقات العملية مثل تشغيل المحركات والتحكم فيها بطرق مختلفة وكيفية تنفيذ ذلك باستخدام الحاكم المنطقي المبرمج.

تقنية التحكم المبرمج

نظم الأعداد

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: التعرف على النظم المختلفة للأعداد

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:

١. التمييز بين النظم المختلفة للأعداد
٢. التحويل من نظام إلى آخر
٣. إجراء العمليات الحسابية البسيطة باستخدام نظم الأعداد المختلفة

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة: دوائر وقياسات كهربائية -٢

نظم الأعداد

رغم أن معظم عمليات ووظائف جهاز التحكم المبرمج يمكنها التعامل مع النظام العشري Decimal System إلا أن بعض العمليات ووظائف جهاز التحكم المبرمج تستخدم نظم ترقيم أخرى. وفي هذه الوحدة سوف يتم شرح النظام العشري والنظام الثنائي والنظام السادس عشر وكيفية التحويل من نظام إلى آخر .

النظام العشري Decimal System

يعتبر النظام العشري هو نظام الأعداد المتداول استعمالها ويستخدم النظام العشري الأرقام من صفر إلى ٩، والعدد العشري قد يتكون من رقم واحد (خانة واحدة) أو عدة أرقام (خانات) ووزن الخانة من اليمين إلى اليسار هو ١، ١٠، ١٠٠، ١٠٠٠ وتسمى الخانة الأولى خانة الآحاد ومعاملها ($١٠^{٠}$) والخانة الثانية خانة العشرات ومعاملها ($١٠^{١}$) والخانة الثالثة خانة المئات ومعاملها ($١٠^{٢}$) والخانة الرابعة خانة الألوف ومعاملها ($١٠^{٣}$) أي أن أساس النظام العشري هو عشرة وتسمى تلك المعاملات بأوزان النظام.

وأوزان هذا النظام يمكن التعبير عنها كما يلي ($١٠^{٠}$ ، $١٠^{١}$ ، $١٠^{٢}$ ، $١٠^{٣}$ ، ...) أي أنه عند تحليل الأعداد العشرية طبقاً لقيم مواضعه فإنه يتضح أن قيمة كل موضع يعتمد على أساس النظام وطبقاً للأسس المرفوع إليه فمثلاً :

مثال ١□١ : حلل العدد العشري ٤٥٢ طبقاً لقيم مواضعه

الحل

$$٤٥٢)_{١٠} = ٢ \times (١٠)^{٠} + ٥ \times (١٠)^{١} + ٤ \times (١٠)^{٢}$$
$$= ٢ \times ١ + ٥ \times ١٠ + ٤ \times ١٠٠$$
$$= ٢ + ٥٠ + ٤٠٠$$

مثال ٢□١ : حلل العدد العشري ١٢٣٨٩ طبقاً لقيم مواضعه ؟

الحل

$$١٢٣٨٩)_{١٠} = ٩ \times (١٠)^{٠} + ٨ \times (١٠)^{١} + ٣ \times (١٠)^{٢} + ٢ \times (١٠)^{٣} + ١ \times (١٠)^{٤}$$
$$= ٩ \times ١ + ٨ \times ١٠ + ٣ \times ١٠٠ + ٢ \times ١٠٠٠ + ١ \times ١٠٠٠٠$$
$$= ٩ + ٨٠ + ٣٠٠ + ٢٠٠٠ + ١٠٠٠٠$$

النظام الثنائي Binary System

يمكن أن يعرف النظام الثنائي (بنفس الأسلوب المذكور في النظام العشري) بأنه النظام الذي أساس العد فيه هو ٢ وهذا النظام يتكون من الرقمين صفر وواحد (١ ,٠) وعلى ذلك تكون أوزان هذا النظام هي (.....,٢٤ ,٢٣ ,٢٢ ,٢١ ,٢٠) وهكذا. ومن أمثلة الأعداد الثنائية:

١٠١١١٠١١)٢, ١١١١١٠٠٠٠٠١)٢ ١٠١٠١٠١٠٠)٢

ويلاحظ أن العدد الثنائي قد تم تزييله بالرقم ٢ للدلالة على أن نظام العد هو الثنائي، ويمكن أن يحلل أي رقم ثنائي طبقا لقيم مثل الأرقام العشرية غير أن الأساس في هذه الحالة هو الرقم ٢.، أي أن الرقم ١٠١)٢ يمكن تحليليه كما يلي:

١٠١)٢ = ١x٢٠ + ٠x٢١ + ١x٢٢ (١□١)□

والنظام الثنائي هو أساس التعامل مع أي نظام رقمي Digital System وكل أجهزة التحكم المبرمج يتم انتقال البيانات داخل وحدة التحكم المركزية باستخدام النظام الثنائي وحيث أن البيانات الخارجية قد تكون ممثلة بالنظام العشري، لذا فإنه لابد من معرفة كيفية تحويل الأعداد من النظام العشري إلى النظام الثاني والعكس.

تحويل الأعداد الثنائية إلى أعداد عشرية

لقد أوضحت المعادلة (١□١) كيفية تحليل العدد الثنائي إلى مجموع قيم الخانات التي يتكون منها، ويمكن استخدام هذه المعادلة بسهولة للحصول على القيمة العشرية المقابلة لأي عدد ثنائي ويتم ذلك بأن تحسب القيمة العشرية لكل خانة من خانات العدد الثنائي ثم تجمع هذه القيم . فعلى سبيل المثال يمكن إيجاد القيمة العشرية المقابلة للعدد الثنائي ١٠٠١)٢ كما يلي :

١٠٠١)٢ = ١x٢٠ + ٠x٢١ + ٠x٢٢ + ١x٢٣
=١ + ٠ + ٠ + ٨ = ٩

مثال ٣□١ : ما هي القيمة العشرية المقابلة للعدد الثنائي ١٠١٠١٠١٠)٢

الحل

١٠٠١)٢ = ١x٢٠ + ٠x٢١ + ١x٢٢ + ٠x٢٣ + ١x٢٤ + ٠x٢٥ + ١x٢٦ + ٠x٢٧
=١ + ٠ + ٤ + ٠ + ١٦ + ٠ + ١٢٨ + ٠= ١٧٠□

تحويل الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية :

يمكن تحويل الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية بإجراء عمليات تقسيم متتالية على الأساس ٢ بحيث يكون العدد الناتج مؤلفاً من باقي عمليات القسمة وتقف سلسلة عمليات التقسيم عندما لا يبقي ناتج أي عندما يكون الناتج صفر.

مثال ٤□١ : حول العدد العشري ٢٧ إلى النظام الثنائي :

الحل

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	١	١٣	27 ÷ 2
	١	٦	13 ÷ 2
	٠	٣	6 ÷ 2
	١	١	3 ÷ 2
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	١	٠	1 ÷ 2

$(١١٠١١)_{٢} = ٢٧$

مثال ٥□١ : حول العدد العشري ٦٦ إلى النظام الثنائي :

الحل

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	٠	٣٣	66 ÷ 2
	١	١٦	33 ÷ 2
	٠	٨	16 ÷ 2
	٠	٤	8 ÷ 2
	٠	٢	4 ÷ 2
	٠	١	2 ÷ 2
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	١	٠	1 ÷ 2

$(١٠٠٠٠١٠)_{٢} = ٦٦$

النظام السداسي عشر Hexadecimal System :

مع أن النظام الثنائي هو النظام الأساسي عند التعامل مع أنظمة التحكم الرقمية إلا أن هناك نظام يطلق عليه النظام السداسي عشر حيث يستخدم هذا النظام لتسهيل عملية البرمجة وتسهيل عمل المبرمجين وهذا النظام يرتبط بالنظامين العشري والثنائي .

ويتكون النظام السداسي عشر من ستة عشر رمزاً لتمثيل أرقام هذا النظام حيث يستخدم الأرقام العشرة المستخدمة في نظام العد العشري (من صفر إلى ٩) بالإضافة إلى الأحرف الأبجدية الستة الأولى (من A إلى F)، ويكون أساس هذا النظام ١٦.

ويمكن تكوين جدول "١" لربط الأعداد العشرية بمكافئها من الأعداد الثنائية والأعداد بالنظام السداسي عشر كما يلي:

العدد بالنظام السداسي عشر	العدد بالنظام الثنائي	العدد بالنظام العشري
٠	٠٠٠٠	٠
١	٠٠٠١	١
٢	٠٠١٠	٢
٣	٠٠١١	٣
٤	٠١٠٠	٤
٥	٠١٠١	٥
٦	٠١١٠	٦
٧	٠١١١	٧
٨	١٠٠٠	٨
٩	١٠٠١	٩
A	١٠١٠	١٠
B	١٠١١	١١
C	١١٠٠	١٢
D	١١٠١	١٣
E	١١١٠	١٤

F	١١١١	١٥

جدول ١

العلاقة بين نظم الأعداد

ويلاحظ من جدول ١ أن كل خانة من الأعداد بالنظام السداسي عشر يقابلها أربعة خانات بالنظام الثنائي، وهذه العلاقة مهمة جدا عند تحويل الأعداد من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر أو العكس، ولذلك يتم الاستفادة من جدول العلاقة بين نظم الأعداد عند التحويل من نظام إلى آخر.

التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر :

لتحويل العدد الثنائي إلى نظام السداسي عشر نتبع الخطوات التالية :

يتم تقسيم العدد الثنائي بدءاً من اليمين إلى مجموعات بكل مجموعة أربعة أرقام ثنائية .

يتم إيجاد العدد السداسي عشر المكافئ لكل مجموعة بالاستعانة بالجدول (١) الذي يربط النظام الثنائي بالنظام السداسي عشر .

يتم تكوين العدد السادس عشر من نتيجة تحويل هذه المجموعات .

مثال ٦□١ : حول العدد الثنائي ١٠١٠٠١٠٠ إلى ما يكافئه بالنظام السداسي عشر

الحل

١□ يتم تقسيم العدد الثنائي إلى مجموعات رباعية ثم نتعامل مع كل مجموعة على حده كالآتي :

$$10100100 \Rightarrow 1010 \quad \& \quad 0100$$

٢□ بالاستعانة بالجدول (١) الذي يبين العلاقة بين نظم الأعداد، يمكن إيجاد ما يكافئ كل مجموعة بالنظام السداسي عشر

$$0100 \Rightarrow 4)_{16} \qquad 1010 \Rightarrow A)_{16}$$

$$10100100 \quad \Rightarrow \quad A\ 4\ )_{16}$$

مثال ٧□١ : حول العدد الثنائي ١١١١٠٠١١١١ إلى مايكافئه بالسداسي عشر

الحل

١□ يتم تقسيم العدد الثنائي إلى مجموعات رباعية ثم نتعامل مع كل مجموعة على حده كالآتي :

$$1111001111 \Rightarrow 0011,\ 1100\ \&\ 1111$$

٢- بالاستعانة بالجدول (١) الذي يبين العلاقة بين نظم الأعداد، يمكن إيجاد ما يكافئ كل مجموعة بالنظام السداسي عشر

$$001 \Rightarrow 3)_{16} \qquad 1100 \Rightarrow C)_{16} \qquad 1111 \Rightarrow F)_{16}$$

$$1111001111)_2 \Rightarrow 3CF)_{16}$$

التحويل من النظام العشري إلى النظام السداسي عشر :

يتم قسمة العدد العشري المراد تحويله إلى النظام السادس عشر على الأساس ١٦ قسمه متتالية حتى الحصول على النتيجة النهائية للقسمة تساوي صفر والباقي في كل خطوة من خطوات عملية القسمة يمثل القيمة السداسية عشر المقابلة للعدد العشري المراد تحويله .

مثال ١-٨ : حول العدد العشري ١٩٢ إلى ما يكافئه بالنظام السداسي عشر

الحل :

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	٠	١٢	192 ÷ 16
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	١٢=C	٠	12 ÷ 16

$$١٩٢ = C٠)_{١٦}$$

مثال ١-٩ : حول العدد العشري ٢٣٤٥٦ إلى ما يكافئه بالنظام السداسي عشر ؟

الحل :

	الباقي	الناتج	العملية
الخانة ذات أقل قيمة L. S. B	٠	١٤٦٦	23456 ÷ 16
	١٠=A	٩١	1466 ÷ 16
	١١=B	٥	91 ÷ 16
الخانة ذات أكبر قيمة M. S. B	٥	٠	5 ÷ 16

$$٢٣٤٥٦ = ٥BA٠)_{١٦}$$

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

أ. ما هو الأساس للنظام الثنائي وماهي الأعداد الأساسية في هذا النظام؟

ب. ماهو الأساس للنظام السداسي عشر وماهي الأعداد الأساسية في هذا النظام؟

السؤال الثاني:

أ. اكتب الأعداد الثنائية الآتية بالنظام العشري

i) ١٠١١٠٠١١ ii) ١١٠٠٠٠١١ iii) ١٠٠١١١٠٠٠١١١

ب. اكتب الأعداد الثنائية السابقة بالنظام السداسي عشر

السؤال الثالث:

أ. اكتب الأعداد العشرية الآتية بالنظام الثنائي

i) ٣٥٠ ii) ١٠٢٤ iii) ٥٢٥٦

ب. اكتب الأعداد العشرية السابقة بالنظام السداسي عشر

السؤال الرابع:

أ. اكتب الأعداد السداسي عشر الآتية بالنظام الثنائي

i) ٣A٥٠ ii) ١B٢٤ iii) ٥٢F٦

ب. اكتب الأعداد السداسي عشر السابقة بالنظام العشري

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية التحكم المبرمج

الدوائر المنطقية

٢

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: التعرف على الدوائر المنطقية وكيفية استخدامها لتمثيل بعض دوائر التحكم

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:

١. استنتاج جدول الحقيقة للدوائر المنطقية
٢. كتابة المعادلات المنطقية
٣. تمثيل دوائر التحكم باستخدام المعادلات والدوائر المنطقية

الوقت المتوقع: ٦ ساعات

متطلبات الجدارة: دوائر وقياسات كهربائية -٢

الدوائر المنطقية Logic Circuits

يتكون جهاز التحكم المبرمج من مجموعة كبيرة من الدوائر الكهربائية الإلكترونية موصلة مع بعضها في مجموعات تسمى الدوائر المنطقية أو البوابات المنطقية وهي التي تقوم بعمليات تخزين ونقل ومسح المعلومات داخل جهاز التحكم المبرمج .

وتقوم أيضاً هذه الدوائر بجميع العمليات الحسابية من جمع وضرب وطرح وقسمه وجميع العمليات المنطقية مثل المقارنات والتساوي وعدم التساوي .

وعناصر الدوائر المنطقية لها حالة واحدة من حالتي التشغيل فإما أن تكون حالة التشغيل ON وفيها تسمى بمرور المعلومة وتسمى هذه الحالة بالحالة الحقيقية ويعطى لها الرمز المنطقي "١" .أو تكون حالة عدم التشغيل OFF وفيها تكون الدائرة مفتوحة أي لا تسمح بمرور المعلومة وتسمى هذه الحالة بالحالة غير الحقيقية أو الحالة المزيفة ويعطى لها الرمز المنطقي "٠"

أي أنه يمكن اعتبار بوابة المنطق عبارة عن دائرة كهربائية لها أكثر من دخل INPUT وخرج واحد OUTPUT والدخل والخرج لهما قيمتين فقط وهما صفر أو واحد (٠,١)

وحيث أن الدخل يأخذ أحدى القيمتين "٠" أو "١" فقط فإن الاحتمالات التي يمكن أن يكون عليها الدخل تكون ٢^n حالة حيث n هي عدد الدخل. فإذا كان عدد الدخل اثنان فقط A , B فإن عدد الاحتمالات يكون $٢^٢ = ٤$ ويمكن كتابتها في جدول كالتالي

A	B
٠	٠
٠	١
١	٠
١	١

جدول ١□٢

الاحتمالات الممكنة عندما يكون عدد المداخل ٢

وبالمثل إذا كان عدد الدخل ٣ A, B, C فإن عدد الاحتمالات يكون $٢^٣ = ٨$

C	B	A
٠	٠	٠
١	٠	٠
٠	١	٠
١	١	٠
٠	٠	١
١	٠	١
٠	١	١
١	١	١

جدول ٢□٢

الاحتمالات الممكنة عندما يكون عدد المداخل ٣

ويوجد أنواع مختلفة من بوابات المنطق وأهمها البوابات الأساسية بوابة (و) AND وبوابة (أو) OR وبوابة النفي NOT .

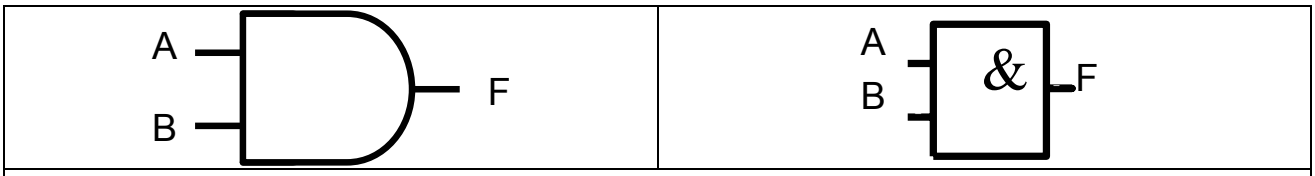
٢ -١ البوابات الأساسية

٢ -١ -١ البوابة المنطقية (و) AND GATE

يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بأحد الرمزين الموضحين بالشكل (١□٢) ويلاحظ من الشكل أن هذه البوابة لها أكثر من دخل ولها خرج واحد .ويرمز لخرج البوابة بالحرف F بينما يرمز للدخلين بالرمزين A,B والبوابة المنطقية (و) يتم التعبير عنها جبرياً بالمعادلة الآتية :

F = A.B	(٢-١)

أي أن هذه البوابة تمثل بعملية ضرب الدخلين .



شكل (١-٢)

دائرة AND بمدخلين

ويلاحظ أنه يوجد عدد ٤=$٢^{٢}$ احتمال للدخل وعلى ضوء قيمة هذا الاحتمال تتحدد قيمة الخرج بواسطة المعادلة الجبرية للبوابة المستخدمة .

واحتمالات الدخل وقيمة الخرج المناظر لكل احتمال يمكن وضعها في جدول يسمي جدول الحقيقة TRUTH TABLE .وفي حالة البوابة (و) AND يمكن كتابة جدول الحقيقة كما في جدول (٣-٢)

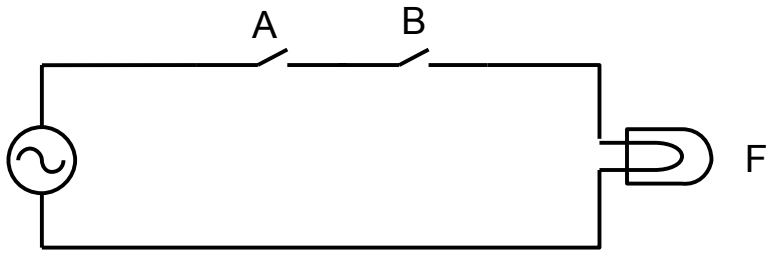
B	A	F
٠	٠	٠
٠	١	٠
١	٠	٠
١	١	١

جدول ٣-٢

جدول الحقيقة لبوابة AND بمدخلين ومخرج واحد

ومن جدول الحقيقة نجد أن الخرج F يأخذ القيمة "١" في حالة وجود الدخلين "B = ١"، "A = ١" ويأخذ الخرج القيمة " ٠ " في كل الاحتمالات الأخرى .

ويمكن تمثيل البوابة " و " بواسطة دائرة بسيطة شكل "٢-٢" حيث تم تمثيل الدخل بواسطة المفتاحين A,B على التوالي بينما تم تمثيل الخرج F بمصباح

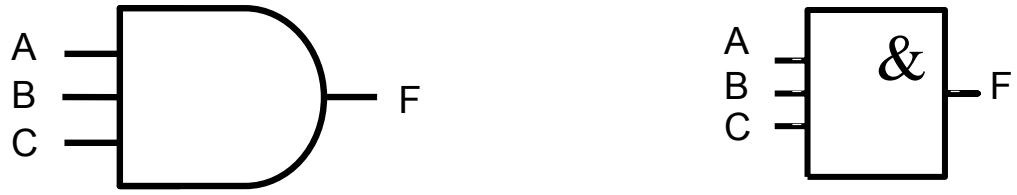


شكل (٢-٢)

تمثيل البوابة AND بدائرة كهربائية

وفي هذا الشكل نجد أن الخرج يكون موجوداً ويساوي "١" أي أن المصباح يضيء في حالة واحدة فقط عندما يكون المفتاحان A,B في الحالة ON ولا تضيء في أي حالة أخرى .

ويمكن أن يكون دخل البوابة " و " اثنين أو ثلاثة أو أكثر ويكون الخرج "١" في حالة ما إذا كانت جميع المدخلات في حالة ON أي مساوية "١" ويكون الخرج "٠" إذا كان هناك أي دخل للبوابة قيمته "٠".شكل (٣□٢) يبين رمز بوابة منطقية " و " بثلاث مدخلات وخرج واحد .



شكل (٣□٢)

بوابة AND بثلاث مداخل ومخرج واحد

وجدول الحقيقة لهذه البوابة هو :

C	B	A	F
٠	٠	٠	٠
١	٠	٠	٠
٠	١	٠	٠
١	١	٠	٠
٠	٠	١	٠
١	٠	١	٠
٠	١	١	٠
١	١	١	١

جدول ٤□٢

جدول الحقيقة لبوابة AND بثلاث مداخل ومخرج واحد

من جدول الحقيقة نستنتج أن خرج البوابة المنطقية "و" يكون "١" إذا كانت جميع المدخلات "١" ولذلك سميت ببوابة " و " وخرجها يكون "٠" إذا كان هناك أي دخل للبوابة قيمته "٠" .

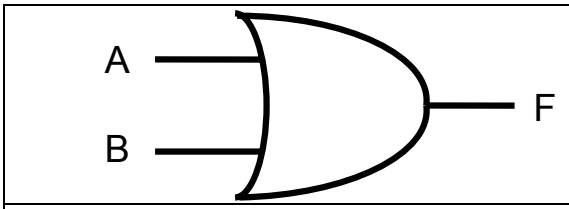
٢ -١ -٢ البوابة المنطقية " أو " OR GATE

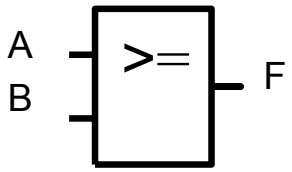
يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بأحد الرمزين المبينين بالشكل (٤□٢) ويلاحظ في هذا الشكل أن هذه البوابة لها أكثر من دخل ولها خرج واحد . ويرمز لخرج البوابة F بينما للدخلين بالحرفين A,B . والبوابة

" أو " يتم التعبير عنها جبرياً بالمعادلة الآتية :

F = A + B	(٢-٢)

أي أن هذه البوابة تمثل بعملية جمع الدواخل، ويمثل جدول (٥□٢) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية





شكل (٤□٢)

بوابة OR بمدخلين

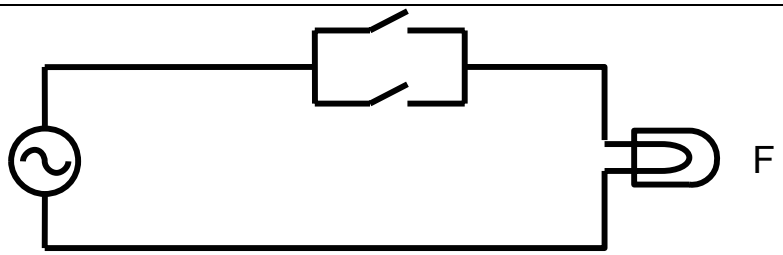
B	A	F
٠	٠	٠
٠	١	١
١	٠	١
١	١	١

جدول ٥□٢

جدول الحقيقة لبوابة AND بمدخلين ومخرج واحد

من جدول الحقيقة أن الخرج F يأخذ القيمة "١" في حالة وجود دخل واحد أو أكثر في حالة .ON أي حالة "١".

ويمكن تمثيل البوابة " و " بواسطة دائرة بسيطة شكل "٥□٢" حيث تم تمثيل الدخل بواسطة المفتاحين A,B على التوازي بينما تم تمثيل الخرج F بمصباح، ويتضح من هذا الشكل أن الخرج يكون موجوداً ويساوي "١" أي أن المصباح يضيء في حالة وجود أي من المفتاحين A,B أو A,B معاً في حالة ON



شكل (٥-٢)

تمثيل البوابة OR بدائرة كهربائية

ويمكن أن يكون دخل البوابة " أو " اثنين أو ثلاثة أو أكثر ويكون الخرج "١" في حالة وجود دخل واحد أو أكثر في الحالة "١" ويكون الخرج "٠" في حالة عدم وجود أي دخل. شكل (٦-٢) يبين رمز بوابة منطقية (أو) بثلاث مداخل وجدول (٦-٢) يوضح جدول الحقيقة لهذه البوابة

شكل (٦-٢)

بوابة OR بثلاث مداخل ومخرج واحد

C	B	A	F
٠	٠	٠	٠
١	٠	٠	١
٠	١	٠	١
١	١	٠	١
٠	٠	١	١
١	٠	١	١
٠	١	١	١
١	١	١	١

جدول ٦-٢

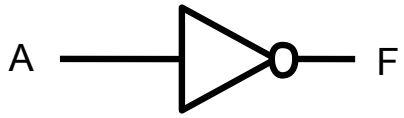
جدول الحقيقة لبوابة OR بثلاث مداخل ومخرج واحد

٢ -١ -٣ بوابة النفي أو البوابة المعاكسة NOT GATE

يرمز إلى هذه البوابة المنطقية بالرمز المبين بالشكل (٧□٢) ويلاحظ في هذا الشكل أن هذه البوابة المنطقية لها دخل واحد وخرج واحد وتقوم هذه الدائرة بعكس إشارة الدخل أي إذا كان الدخل "١" يكون الخرج "٠" والعكس صحيح . ويتم التعبير عن هذه الدائرة المنطقية جبرياً بالمعادلة الآتية :

$F = \overline{A}$	(٢-٣)

ويمثل $\overline{A}$ معكوس A وينطق (A بار) ويمثل جدول (٧□٢) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية



شكل (٧□٢)

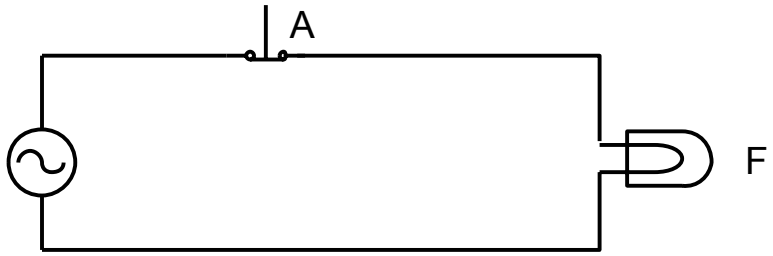
بوابة OR

A	F
٠	١
١	٠

جدول ٧□٢

جدول الحقيقة لبوابة NOT

ويمكن تمثيل البوابة " و " بواسطة دائرة بسيطة شكل (٨□٢) حيث تم تمثيل الدخل A بواسطة مفتاح مغلق (معكوس) أي أن الخرج F الممثل بمصباح ويكون موجوداً ويساوي "١" أي أن المصباح يضيء حينما يكون الدخل A مساويا للصفر والعكس صحيح.



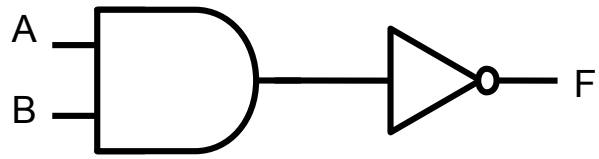
شكل (٢-٨)

تمثيل البوابة NOT بدائرة كهربائية

٢ -٢ البوابات المنطقية الأخرى

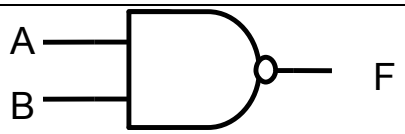
٢ -٢ -١ البوابة المنطقية نفي الوصل " نفي و " NAND GATE

تسمى هذه البوابة في بعض الأحيان NOT AND حيث أنها تتكون من البوابة المنطقية " و " AND تليها بوابة النفي NOT كما هو موضح بالشكل (٢-٩). ويرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل المبين (٢-١٠)



شكل (٢-٩)

دائرة NAND مكونة من بوابة AND متصلة ببوابة NOT



شكل (٢-١٠)

رمز لبوابة NAND

ومن الشكل يتضح أن البوابة المنطقية NAND لها أكثر من دخل A,B ولها خرج واحد F ويتم التعبير عن ذلك جبرياً بالمعادلة (٢-٤) وتقرأ F=NOT(A AND B)، ويمثل جدول (٢-٧) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية.

$F = \overline{A \cdot B}$	(٢-٤)

الخرج		الدخل	
F خرج NAND	خرج AND	A	B
١	٠	٠	٠
١	٠	١	٠
١	٠	٠	١
٠	١	١	١

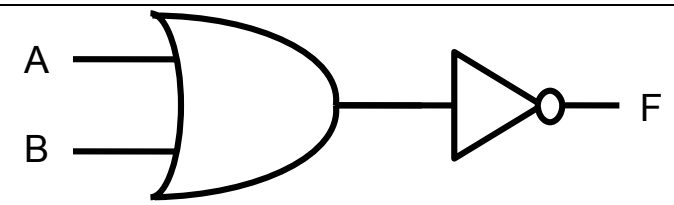
جدول (٧-٢)

جدول الحقيقة لبوابة NAND

من جدول الحقيقة يستنتج أن خرج البوابة المنطقية " نفي و " يكون "٠" فقط إذا كانت جميع المدخلات "١" ويكون خرجها "١" إذا كان أي مدخل من مداخلات البوابة المنطقية "٠" لذلك سميت نفي و.

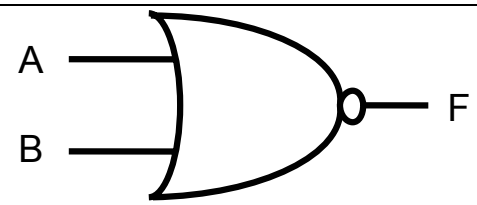
٢ -٢ -٢ البوابة المنطقية (نفي أو) NOR GATE :

تقوم هذه البوابة بنفى خرج البوابة OR بمعنى أنه يمكن اعتبارها بوابة OR موصل خرجها بمدخل لبوابة NOT كما هو مبين بالشكل (١١-٢)، ويرمز لها بالرمز المبين في شكل (١٢-٢)، ويتم التعبير عن هذه البوابة المنطقية بالمعادلة (٥-٢). ويمثل جدول (٨-٢) جدول الحقيقة لهذه البوابة المنطقية.



شكل (١١-٢)

دائرة NOR مكونة من بوابة OR متصلة ببوابة NOT



شكل (١٢-٢)

رمز لبوابة NOR

$F= NOT(A+B) = \overline{A + B}$	(٢-٥)

الخرج		الدخل	
F خرج NOR	خرج OR	A	B
١	٠	٠	٠
٠	١	١	٠
٠	١	٠	١
٠	١	١	١

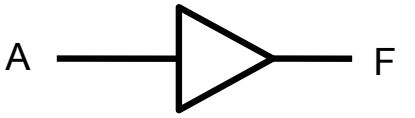
جدول (٨□٢)

جدول الحقيقة لبوابة NOR

من جدول الحقيقة يستنتج أن خرج البوابة NOR يكون "١" فقط إذا كانت جميع المداخل "٠" ويكون خرجها "٠" إذا كان أي مدخل من مداخلها "١" لذلك سميت " نفي أو " .والبوابة المنطقية NOR يمكن أن يكون لها ثلاث أو أربع مدخلات وخرج واحد

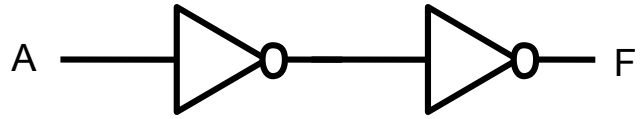
٢ -٢ -٣ بوابة نفي النفي (الإثبات): NOT NOT GATE, BUFFER GATE

هذه البوابة عبارة عن بوابتين نفي NOT متتاليتين كما في شكل (١٣□٢) حيث تقوم البوابة الأولى بنفي الدخل بينما تقوم البوابة الثانية بنفي ما سبق نفيه وبالتالي إعادته إلى أصله (نفي النفي إثبات) ويتم اختصار الشكل (١٣□٢) إلى رمز لها في كما هو مبين بشكل (١٤□٢) ويتم التعبير عن تلك البوابة جبرياً بالمعادلة (٦□٢)، كما يمكن التعبير عن منطق التشغيل لتلك البوابة بجدول الحقيقة المبين في جدول
(٩□٢).



شكل (١٤□٢)

رمز لبوابة BUFFER



شكل (١٣□٢)

دائرة BUFFER مكونة من بوابتي NOT

$F= NOT(NOT(A)) = \overline{\overline{A}}$	(٢-٦)

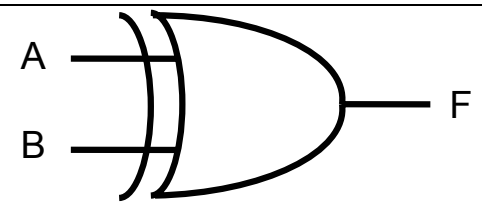
الدخل	الخرج	
A	خرج NOT	F خرج BUFFER
٠	١	٠
١	٠	١
٠	١	٠
١	٠	١

جدول (٩□٢)

جدول الحقيقة لبوابة NOT NOT(BUFFER)

٢ -٣ -٤ بوابة عدم التطابق (XOR) EXCLUSIVE OR GATE

يرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل (١٥□٢) ويتم التعبير عن هذه البوابة جبرياً بالمعادلة (٧□٢) وجدول الحقيقة لهذه البوابة كما هو مبين بالجدول (١٠□٢).



شكل (١٥□٢)

رمز لبوابة XOR

$F = \overline{A}B + A\overline{B}$	(٢-٧)

الخرج	الدخل	
F	A	B
٠	٠	٠
١	١	٠
١	٠	١
٠	١	١

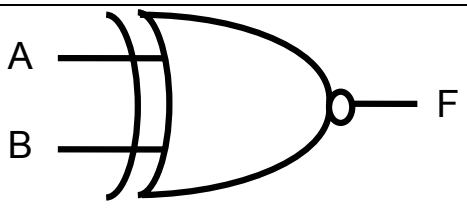
جدول (١٠□٢)

جدول الحقيقة لبوابة XOR

يتضح من جدول الحقيقة أن خرج بوابة عدم التطابق يساوي "١" إذا كان عدد المداخل التي تساوي "١" عدد فردي من حين يكون خرجها يساوي "٠" إذا كان عدد المداخل التي تساوي "١" عدد زوجي .أي أن خرج البوابة يكون "١" في حالة عدم تطابق A , B ويمكن أن تستخدم بوابة عدم التطابق لعدد مداخل أكبر من اثنين.

٢ -٢ -٥ بوابة التطابق (X NOR) EXCLUSIVE NOR GATE

يرمز لهذه البوابة المنطقية بالشكل (١٦□٢) يعبر عن هذه البوابة جبرياً بالمعادلة (٨□٢) وجدول الحقيقة لهذه البوابة كما هو مبين بالجدول (١٠□٢).



شكل (١٥□٢)

رمز لبوابة XNOR

$F = AB + \overline{A}\overline{B}$	(٢-٨)

الخرج	الدخل	
F	A	B
١	٠	٠
٠	١	٠
٠	٠	١
١	١	١

جدول (١١□٢)

جدول الحقيقة لبوابة XNOR

وفي هذه البوابة يمكن تحقيق خرج حقيقي "١" عندما تكون إشارتي الدخل متطابقتين سواء كانت إشارات الدخل "١" أو "٠" ويمكن استخدام بوابة التطابق لعدد مداخل أكثر من اثنين

٢ -٣ تجميع البوابات المنطقية :

معظم العمليات المنطقية لا يمكن تنفيذها ببوابة واحدة وإنما بمجموعة من البوابات التي يتم توصيلها على التوالي أو التوازي للحصول على الخرج المنطقي المطلوب ويمكن توضيح ذلك ببعض الأمثلة التالية :

مثال (١□٢)

حقق التعبير المنطقي التالي باستخدام البوابات المنطقية

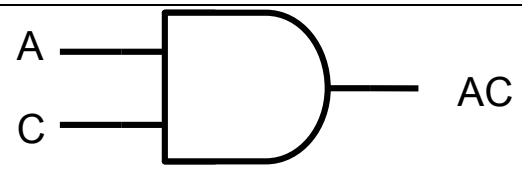
$$F = AC + BC$$

الحل

المعادلة السابقة مكونه من جزئين:

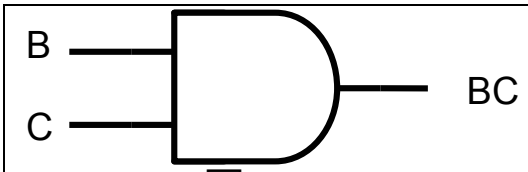
الجزء الأول مكون من متغيرين مضروبين في بعضهما ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها A , C وخرجها A C كما هو مبين بالشكل (١٧□٢)

الجزء الثاني أيضاً مكون من جزئين مضروبين في بعضهما ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها B C وخرجها B C كما هو مبين بالشكل (١٨□٢)



شكل (٢-١٧)

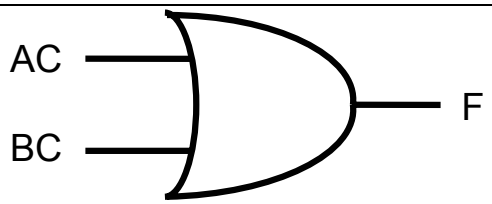
الجزء الأول مثال (٢-١)



شكل (٢-١٨)

الجزء الثاني مثال (٢-١)

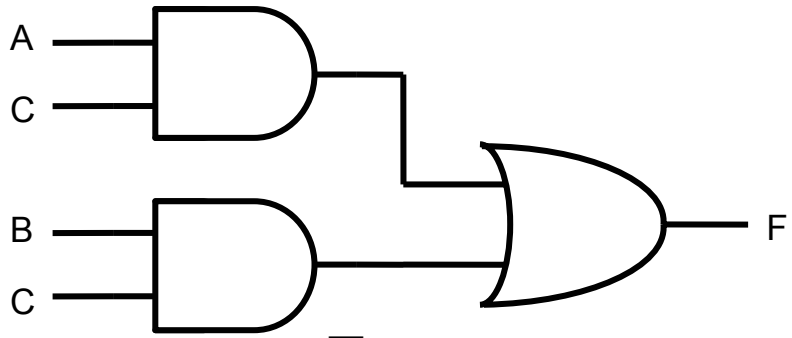
بالنظر للجزأين الأول والثاني نجد أنهم مجموعين على بعضهم ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " أو " OR دخلها A C , B C وخرجها F كما هو مبين بالشكل (٢-١٩)



شكل (٢-١٩)

دائرة OR مثال (٢-١)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في شكل (٢-٢٠)تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في جدول (٢-١٢).



شكل (٢-٢٠)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (٢-١)

C	B	A	AC	BC	F
٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	١	٠	٠	٠
٠	١	٠	٠	٠	٠
٠	١	١	٠	٠	٠
١	٠	٠	٠	٠	٠
١	٠	١	١	٠	١
١	١	٠	٠	١	١
١	١	١	١	١	١

جدول (١٢□٢)

جدول الحقيقة مثال (١□٢)

مثال (٢-٢)

ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة للمعادلة الآتية:

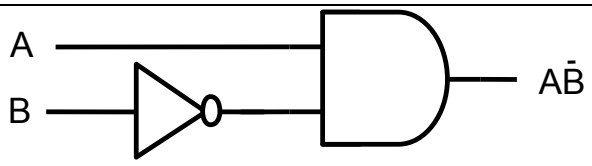
$$F = A\overline{B} + \overline{A}B$$

الحل

المعادلة السابقة مكونه من جزئين:

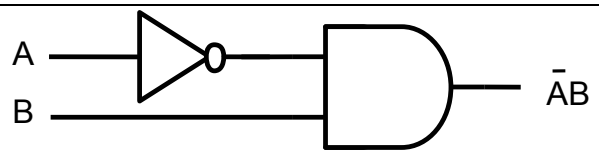
الجزء الأول مكون من متغيرين (A ومعكوس B) مضروبين في بعضهما ويمكن تحقيق ذلك باستخدام بوابة " و " AND مدخلاتها A ومعكوس B كما هو مبين بالشكل (٢-٢١)

الجزء الثاني بالمثل يمكن الحصول على الجزء الثاني من المعادلة كما هو مبين بالشكل (٢-٢٢)



شكل (٢-٢١)

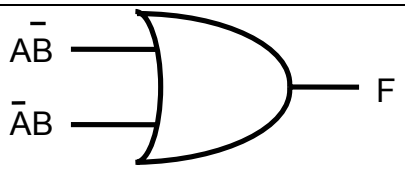
الجزء الأول مثال (٢-٢)



شكل (٢-٢٢)

الجزء الثاني مثال (٢-٢)

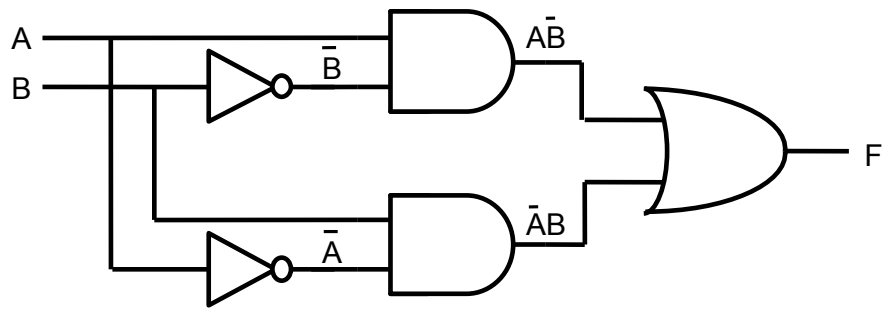
يمكن جمع الجزئين الأول والثاني باستخدام بوابة " أو " OR وخرجها F كما هو مبين بالشكل (٢-٢٣)



شكل (٢-٢٣)

دائرة OR مثال (٢-٢)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في شكل (٢-٢٤)تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في جدول (٢-١٣).



شكل (٢□٢٤)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (٢□٢)

B	A	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$A\bar{B}$	$\bar{A}B$	F
٠	٠	١	١	٠	٠	٠
٠	١	٠	١	١	٠	١
١	٠	١	٠	٠	١	١
١	١	٠	٠	٠	٠	٠

جدول (٢□١٢)

جدول الحقيقة مثال (٢□٢)

مثال (٢□٣)

ارسم الدائرة المنط٩٠ة وجدول الحقيقة للتعبير المنطقي

$$F = \bar{A}BC + \bar{B}C + A\bar{C}$$

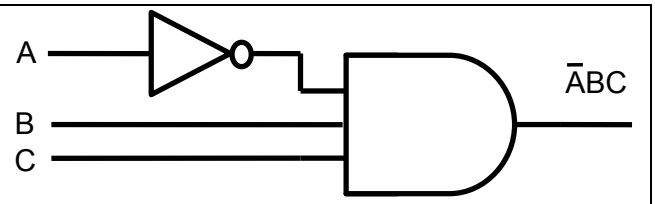
الحل

المعادلة السابقة مكونه من ثلاثة أجزاء:

الجزء الأول يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة بشكل (٢□٢٥)

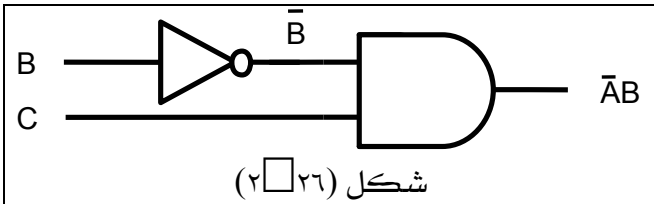
الجزء الثاني يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة بشكل (٢□٢٦)

الجزء الثالث يمكن تنفيذه بالدائرة المبينة بشكل (٢□٢٧)



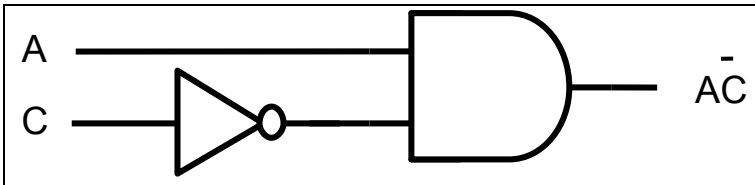
شكل (٢□٢٥)

الجزء الأول مثال (٣□٢)



شكل (٢□٢٦)

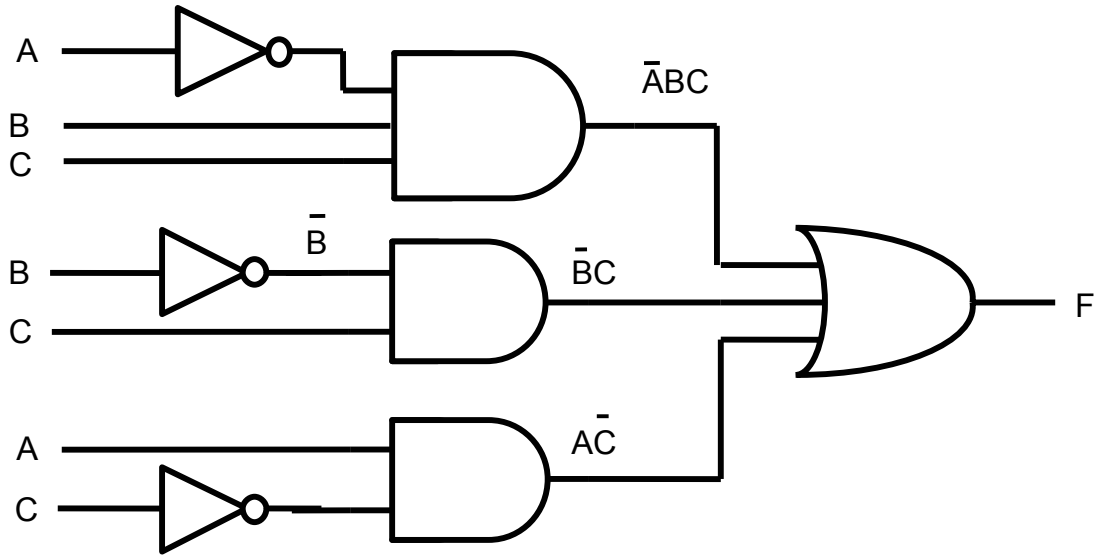
الجزء الثاني مثال (٣□٢)



شكل (٢□٢٧)

الجزء الثالث مثال (٣□٢)

بتجميع البوابات السابقة في دائرة واحدة كما في شكل (٢□٢٨)تحصل على الدائرة المنطقية التي تحقق المعادلة المعطاة ، ويكون جدول الحقيقة المعبر عن منطق التشغيل كما في جدول (٢□١٤).



شكل (٢□٢٨)

الدائرة المنطقية المطلوبة مثال (٢□٢)

C	B	A	F
٠	٠	٠	٠
٠	٠	١	١
٠	١	٠	٠
٠	١	١	١
١	٠	٠	١
١	٠	١	١
١	١	٠	١
١	١	١	٠

جدول (١٤□٢)

جدول الحقيقة مثال (٣□٢)

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة لكل من المعادلات الآتية:

i) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$ ii) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$

iii) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$ iv) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$

v) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$ vi) $F = (A + \overline{B})(B + \overline{C})$

السؤال الثاني:

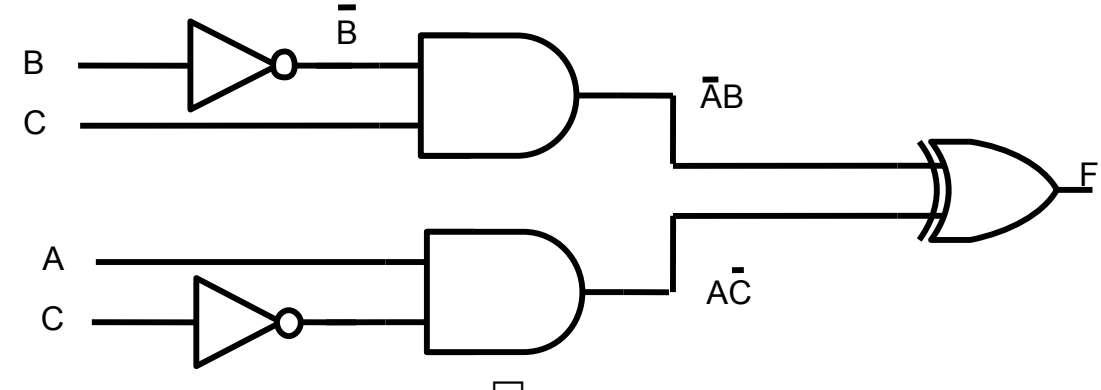
أ. ارسم شكل موجة الدخل والخرج لدائرة NAND ذات مدخلين إذا كان المدخل الأول عبارة عن نبضة موجبة تبدأ عند زمن يساوي ms ٠,١ وتنتهي عند زمن ms ١,٦ وكان المدخل الثاني عبارة عن نبضة موجبة تبدأ عند زمن ms ٠,٣ وتنتهي عند زمن ms ١,٢

ب. كرر السؤال السابق إذا تم استبدال البوابة المستخدمة ببوابة XOR

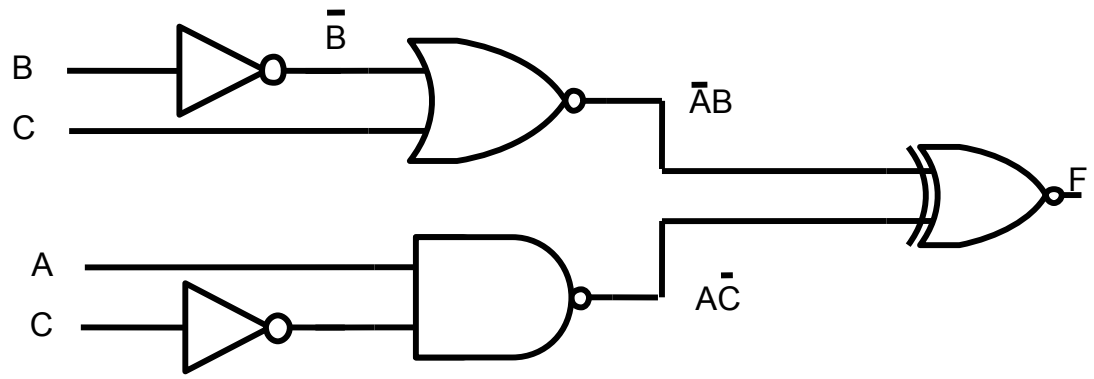
السؤال الثالث:

أ. ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة للدائرة المبينة في شكل (٢٩-٢)

ب. ارسم الدائرة المنطقية وجدول الحقيقة للدائرة المبينة في شكل (٣٠-٢)



شكل (٢٩-٢)



شكل (٣٠□٢)

تقنية التحكم المبرمج

مكونات الحاكم المنطقي المبرمج وأساسيات تشغيله

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: التعرف على تركيب الحاكم المنطقي المبرمج وكيفية تشغيله

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:

١. وصف مكونات الحاكم المنطقي المبرمج
٢. وصف مميزات استخدام الحاكم المنطقي المبرمج
٣. رسم بعض دوائر التحكم التقليدية.

الوقت المتوقع: ساعاتان

متطلبات الجدارة: دوائر وقياسات كهربائية -٢

مكونات الحاكم المنطقي المبرمج وأساسيات تشغيله

بدأ استخدام الحاكمات المنطقية المبرمجة "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER" أو ما يسمى "PLC" في الصناعة منذ عام ١٩٦٩م ومنذ ذلك الوقت أصبحت من أشهر وسائل التحكم في العمليات الصناعية والآلات – وفي عام ١٩٧٤م بدأ استخدام الميكروبروسيسور كوحدة حساب مركزية في "PLC" ونتيجة لذلك بالإضافة إلى التقدم التكنولوجي في صناعة الدوائر الإلكترونية ظهرت وحدات من الحاكمات المنطقية المبرمجة تتميز برخص ثمنها وصغر حجمها بالإضافة إلى كفاء تها العالية .

٣ -١ ما هو الحاكم المنطقي المبرمج "PLC" ؟

هو جهاز إلكتروني رقمي يحتوي على ذاكرة يمكن برمجتها لتخزين بعض الأوامر أو المعلومات بالإضافة لتنفيذ عمليات مختلفة مثل العمليات المنطقية "LOGIC" أو زمنية "TIMING" أو حسابية "ARITHMATIC" وذلك بهدف التحكم في الآلات أو العمليات الصناعية .

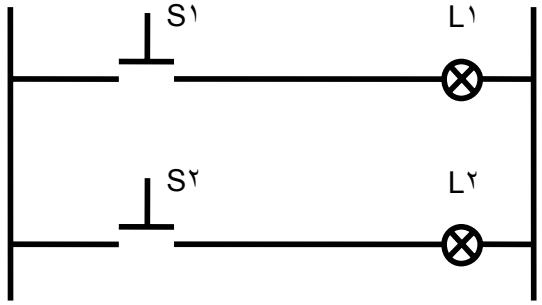
وكما يمكن تعريف الـ "PLC" على أنه جهاز تحكم إلكتروني صمم خصيصاً لإستقبال إشارات الدخل (ثنائية) ثم يجري بعض العمليات المختلفة طبقاً للبرنامج الذي تم بداخله ثم يرسل إشارات الخرج للتحكم في العمليات الصناعية المختلفة .

مما سبق يتضح أن الحاكم المنطقي المبرمج يقوم بتنفيذ العمليات المنطقية التي كانت تنفذ في الماضي باستخدام المرحـلات الإلكترو ميكانيكية والمفاتيح الميكانيكية والمزمنات والعدادات ...إلخ .

٣ -٢ أهمية استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة :

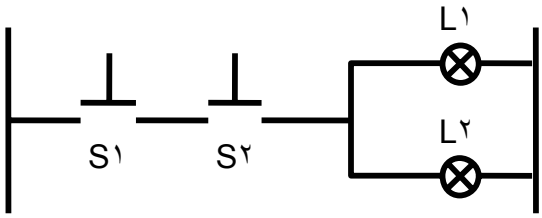
نتيجة لزيادة التعقيد في العمليات الصناعية الحديثة وكذلك زيادة الدقة المطلوبة فإن ذلك يتطلب جهاز تحكم دقيق يتميز بسرعة رد الفعل والاستجابة لتنفيذ متطلبات التحكم الدقيق . هذه السرعة في الاستجابة ليست متوفرة بالدرجة المطلوبة في الأجهزة الكهروميكانيكية سواء من المرحلات أو المزمنات كذلك إذا تغيرت متطلبات نظام التحكم فإن هذا يستتبع تغيير التوصيلات لنظام التحكم وربما تغيير أجهزة التحكم الكهروميكانيكية بالكامل ، ولكن مع استخدام PLC نجد أنه يتميز بسرعة الاستجابة وكذلك يمكن تغيير نظام التحكم عن طريق برنامج التحكم فقط دون أي تغيير في التوصيلات ولتوضيح ذلك نشرح هذا المثال البسيط التالي :

شكل (١-٣) يمثل دائرة إضاءة بسيطة حيث يستخدم المفتاح "S١" لتشغيل اللمبة "L١" والمفتاح "S٢" لتشغيل اللمبة "L٢" .



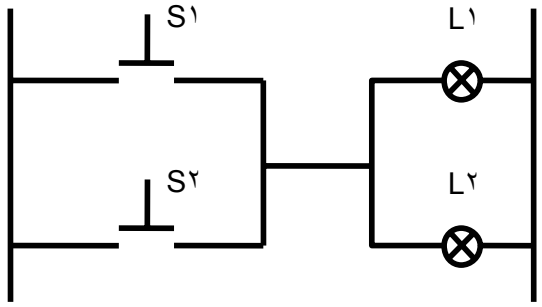
شكل (١-٣)

إذا فرض أنه يراد تغيير هذا المنطق البسيط بحيث أنه يتم إضاءة اللمبة L١ , L٢ بالضغط على S١ , S٢ معاً فإنه يجب إعادة توصيل الدائرة بالكامل كما في شكل (٢-٣)



شكل (٢-٣)

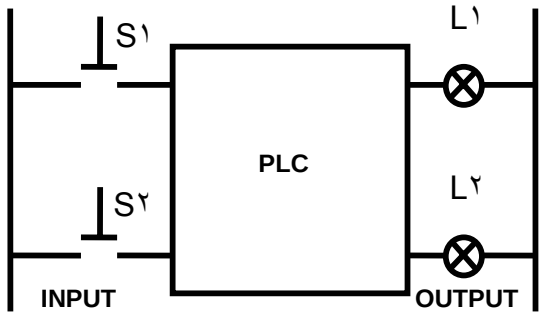
ثم إذا فرض أنه يراد تغيير منطق التشغيل إلى أن يضاء L١ , L٢ باستخدام إما مفتاح S١ أو مفتاح S٢ فإنه يجب إعادة توصيل الدائرة كما في شكل (٣-٣)



شكل (٣-٣)

نلاحظ من هذا المثال البسيط أنه لتغيير منطق التشغيل يجب إعادة توصيل الدائرة بالكامل في كل مرة وبالرغم من بساطة الدائرة إلا أن ذلك يعتبر مجهداً وفي حالة الدوائر الكبيرة والمنطق المعقد فإن إعادة توصيل الدائرة سيكون صعباً جداً بالإضافة إلى أنه سيحتاج عدداً كبيراً من المرحلات في بعض الاحيان يكون مستحيلاً .

أما في حالة استخدام الـ PLC كما في الشكل (٤-٣) في هذه الحالة لتغيير منطق التشغيل سيتغير فقط البرنامج الذي تم تخزينه بما يتناسب مع المنطق الجديد وذلك دون أي تغيير في الدائرة



شكل (٤-٣)

كما أنه عند استخدام الـ PLC فإنه سوف يحل محل المرحلات المستخدمة كأجهزة منطقية (وهي عادة بالمئات في العمليات الصناعية) وبالتالي نجد أنه باستخدام وحدة PLC صغيرة أمكن الاستغناء عن عدد كبير من المرحلات والمفاتيح وخلافه مما يؤدي إلى قلة التكلفة وصغر حجم وحدة التحكم.

مما سبق يمكن أن تستخلص بعض مميزات استخدام جهاز الحاكم المنطقي المبرمج PLC في الصناعة كما يلي :

١. صغر حجم وحدة التحكم.
٢. قلة التكلفة في معظم التطبيقات.
٣. سهولة تغيير منطق التشغيل بتغيير البرنامج فقط دون الحاجة إلى إعادة توصيل الدائرة.
٤. سهولة صيانتها ومعرفة الخطأ أن وجد.

٣ -٣ مكونات الحاكم المنطقي المبرمج :

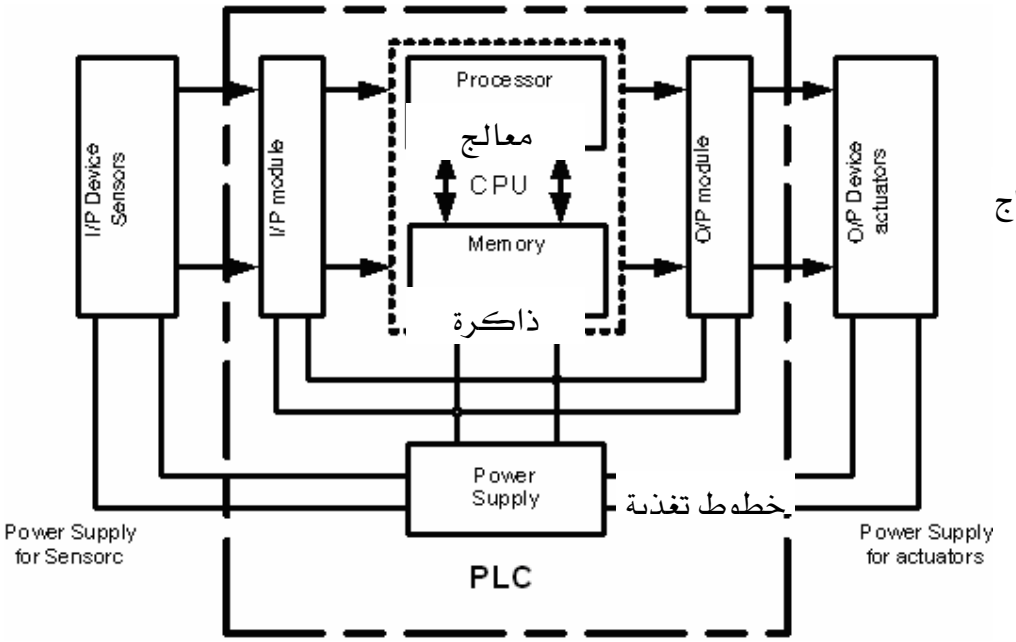
ينقسم الحاكم المنطقي المبرمج حسب تكوينه إلى نوعين هما "BRICK" بريك "BUS" باص ولقد تم تصميم النوع الأول ليشكل حل رخيص التكلفة لعمليات التحكم الصغيرة وكما هو واضح من

الاسم فإنها صغيرة الحجم وعدد مدخلاتها لا يزيد عن ١٦ مدخلاً وعدد مخرجاتها أيضاً لا يزيد عن ١٦ وتكون ذاكرة الجهاز في حدود ١ أو ٢ ك ، ومن عيوب هذا النظام أنه غير مصمم بحيث أنه يمكن إضافة عدد من المدخلات أو المخرجات كما أنه يمكن زيادة ذاكرته.

يتكون الحاكم المنطقي المبرمج كما في شكل (٥ -٣) من

١. مصدر تغذية .
٢. وحدة إدخال .
٣. وحدة إخراج .
٤. وحدة تحكم مركزية .
٥. وحدة برمجة .

وسنتناول كل جزء على حدة لشرح وظيفته.



شكل (٥-٣).

مكونات الحاكم المنطقي المبرمج

٣ -٣ -١ مصدر التغذية Power Supply

تقوم هذه الوحدة بتوفير الجهد المطلوب لتشغيل الوحدات والعناصر الالكترونية وكذلك توفير الجهد اللازم لتشغيل المفعلات والمجسات ... إلخ وهو في حدود ٢٤ إلى ٢٢٠ فولت .

٣ -٣ -٢ وحدة الإدخال / الإخراج Input/output Module

تقوم وحدات الإدخال والاخراج بعمل الوسيط بين أجهزة الإدخال المختلفة مثل المجسات والمفاتيح إلخ أو أجهزة الإخراج مثل المرحلات والمزمنات وبين وحدة التحكم المركزية (CPU)

٣ -٣ -٣ وحدة التحكم المركزية Central Processing Unit (CPU)

وحدة التحكم المركزية هي العقل بالنسبة لجهاز الحاكم المنطقي المبرمج وتتكون من واحد أو أكثر من الميكروبرسيسور وتتوفر لها المساعدات المطلوبة للتوصيل بوحدة البرمجة وأجهزة الإدخال والإخراج ومهمة وحدة التحكم المركزية هو ملاحظة حالة أجهزة الإدخال وقراءة البرنامج المكتوب ثم تحويله إلى وحدة الإخراج على شكل إشارات طبقاً للبرنامج المكتوب

ويتحقق هذا عن طريق برنامج نظام التشغيل المخزن في ROM حيث يقوم هذا البرنامج بتوجيه الميكروسيسور لتنفيذ البرنامج الذي كتب بواسطة المستخدم في ذاكرة الجهاز وتتكون ذاكرة الجهاز من عدة أجزاء كما بالجدول (١-٣) .

<table>
<tr><td>SYSTEM PROGIAM
نظام التشغيل</td><td>ROM
الذاكرة الدائمة</td></tr>
<tr><td>متغيرات النظام
SYSTEM VARIABLES</td><td rowspan="4">RAM</td></tr>
<tr><td>PLC VARIABLES
متغيرات PLC</td></tr>
<tr><td>USER PROGRAM
برنامج المستخدم</td></tr>
<tr><td>متغيرات المستخدم
USER VARIABLES</td></tr>
<tr><td>USER PROGRAM
برنامج المستخدم</td><td>EPROM OR EEPROM
اختيارية</td></tr>
</table>

جدول (١-٣)

أنواع الذاكرة :

أ) الذاكرة المقروءة فقط ROM :

وتحتوي هذه المنطقة من الذاكرة على نظام تشغيل الجهاز وهذا الجزء مخفي عن المستخدم

ب) الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة RAM :

وهذا الجزء من الذاكرة يحتوي على متغيرات النظام التي يستفيد منها نظام التشغيل " مثل المؤشرات وخلافه (هذا الجزء مخفي)، كما تحتوي على متغيرات الـ PLC وفيها يتم تخزين حالات التشغيل الحالية مثل حالات المزمنات والعدادات ومرحلات التحكم وخلافه .وتحتوي أيضاً على البرنامج المستخدم وهو الذي نقوم بكتابته ومن الممكن تعديل هذا البرنامج في أي وقت كما أنه محمي ضد انقطاع التيار عن طريق بطارية تستخدم في ذلك .

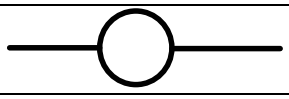
في معظم الأحيان بعد الانتهاء من تصميم واختبار البرنامج المقترح نود كتابته على نوع آخر من الذاكرة يكون دائماً (هذا النوع يسمي " EPROM ") ذاكرة دائمة قابلة للمسح والبرمجة ويتم ذلك عن طريق آشعة فوق بنفسجية لمسح محتويات الذاكرة وهناك نوع آخر هو EEPROM وهذا النوع يسمى الذاكرة الدائمة القابلة للبرمجة والمسح كهربياً .

١. ٣ -٣ -٤ جهاز البرمجة Programming Unit

ويطلق عليه أسماء صناعية عدة ولكنه في النهاية يستخدم لإدخال البرنامج الذي سوف يستخدم في عملية التحكم إلى الجهاز PLC .

٣ -٤ دوائر التحكم التقليدية

في هذا الجزء سوف نقوم بشرح مثالين أو أكثر لبعض الدوائر البسيطة باستخدام الطرق التقليدية ولعله من المناسب في هذا الوقت أن نقدم بعض الرموز المستخدمة للمرحلات "RELAYS" حسب النظام الأمريكي

	مرحل عادة مفتوح (نقطة توصيل عادة مفتوحة)	
	مرحل عادة مغلق (نقطة توصيل عادة مغلقة)	
ملف تشغيل المرحل		

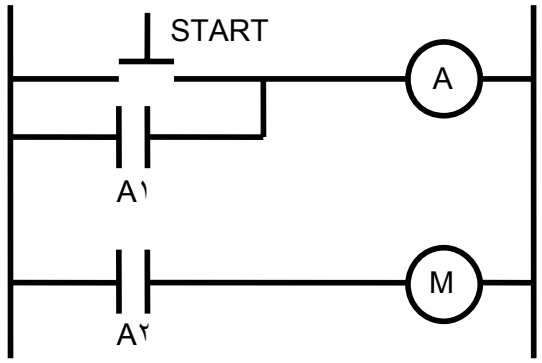
٣ -٤ -١ دائرة تشغيل مرحل (دائرة الامساك) LATCH CIRCUIT

هذه الدائرة تستخدم بكثرة في العمليات الصناعية لتشغيل محرك وخلافه، وهي عبارة عن دائرة تخزين "MEMORY CIRCUIT" شكل (٣-٧) يبين هذه الدائرة وهي تتكون من :

١ - مفتاح البدء: وهو من النوع الذي يعمل بالضغط عليه وعند رفع هذا الضغط يفصل، (مفتاح ضاغط)..

٢ - مرحل: (A) عندما يتم إثارة ملف هذا المرحل يسبب توصيل A١ , A٢ وبالتالي يتم تشغيل المحرك

٣ - مفتاح فصل لإيقاف المحرك :



شكل (٣-٦)

دائرة الإمساك Latch Circuit

طريقة عمل دائرة الامساك :

١ - الضغط على مفتاح البدء (START) .

٢ - التيار يمر في ملف المرحل A الذي يسبب إغلاق اثنان من نقاط التوصيل المفتوحة عادة (A١, A٢)

٣ - المتمم A٢ يغذي المحرك الذي يبدأ في الدوران .

٤ - المتمم A١ (مفتاح الإمساك) يحافظ على مرور التيار في ملف المرحل .

٥ - عند الضغط على مفتاح الإيقاف STOP يتم قطع التيار عن الملف وبالتالي يتم فصل المتممات A١ , A٢ ويتم إيقاف الدائرة .

مثال -١ : لتوضيح كيفية التحكم في أكثر من محرك باستخدام المرحلات والمتممات :

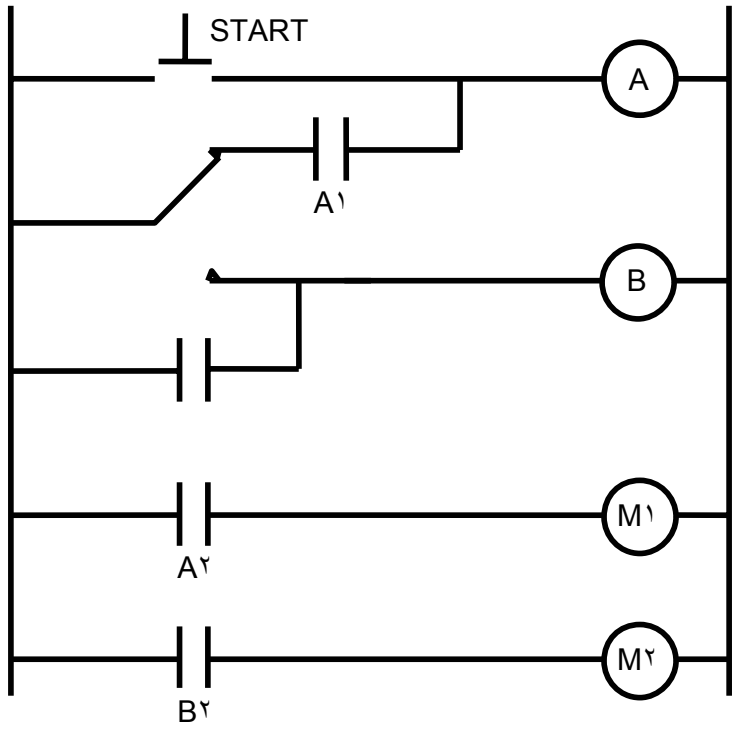
شكل (٧-٣) يمثل هذه الدائرة .وطريقة عملها كالتالي:

١ - عند الضغط على المفتاح SW١ يتم تغذية الملف A وبالتالي توصيل A١ , A٢

- A١ يعمل على إمساك تيار الملف A
- A٢ يغذي المحرك M١ الذي يبدأ في الدوران

٢ - عند الضغط على SW٢ :

- يقطع تيار الملف A ويفصل A١ , A٢ وبالتالي يقف المحرك M١ .
- يتم توصيل تيار الملف B في نفس الوقت وبالتالي يتم توصيل B١ , B٢ .
- B١ يعمل على إمساك التيار للملف B.
- B٢ يغذي المحرك M٢ ويبدأ في الدوران.



شكل (٧-٣)

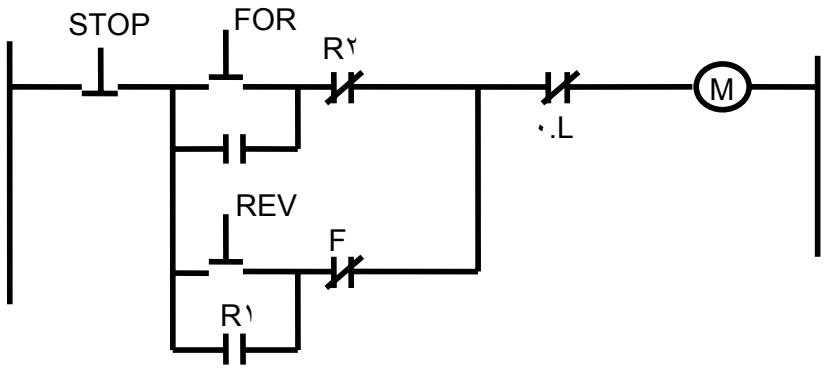
دائرة التحكم في أكثر من محرك

إذا اكتفينا بذلك فإننا قمنا بعمل تحكم للبدء بالمحرك M١ لفترة وعند انتهائها قمنا بايقافه وتشغيل M٢ ولكن إذا كان المطلوب تشغيل M١ مرة أخرى مع M٢ فإننا نقوم بالضغط على SW١ حيث يتم توصيل التيار للملف A وبالتالي يتم تشغيل M١ كما في الخطوة رقم (١)

مثال (٢) : للتحكم في اتجاه دوران يحرك وعكس حركته :

شكل (٨□٣) يمثل هذه الدائرة .وتتكون من:

- مفتاح FOR للدوران في الاتجاه الأمامي .
- مفتاح REV للدوران في الاتجاه العكسي .
- مفتاح STOP لإيقاف المحرك .
- متمم O.L مغلق عادة ويفصل المحرك في حالة مرور تيار عالي



شكل (٨□٣)

دائرة عكس حركة محرك

أولا : للدوران في الاتجاه الأمامي :

بالضغط على مفتاح FOR يتم تغذية الملف F وبالتالي توصيل F١ , F٢ حيث يقوم F١ بعمل التغذية اللازمة للمف F بينما في F مغلق عادة فيتم فتحه وهذا يمنع تشغيل دائرة عكس الحركة أثناء دوران المحرك في الإتجاه الأمامي

ثانيا : لعكس اتجاه الدوران :

١ - يتم إيقاف المحرك أولاً باستخدام STOP وهذا يؤدي إلى فصل التغذية عن الملف F ومن ثم يغلق F٢ حيث إنه مغلق عادة .

٢ - يتم الضغط على مفتاح REV وبالتالي يتم تغذية الملف R حيث يعمل على توصيل R يعمل على تغذية R ، وفصل R٢ يمنع الدوران الأمامي .

نلاحظ في هذه الحالة أنه يجب إيقاف المحرك أولاً ثم عكس اتجاه حركته .

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

١ - ما هي مميزات استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة ؟

٢ - وضح بالرسم مكونات الحاكم المنطقى المبرمج واشرح بالتفصيل كل جزء من اجزائه

٣ - ما أنواع الذاكرة؟ وما هو استخدام كل نوع منها؟

السؤال الثاني

باستخدام المتممات والمرحلات ارسم دوائر التحكم التالية:

١ - دائرة التحكم في أكثر من محرك

٢ - دائرة التحكم في أكثر من محرك

٣ - دائرة عكس حركة محرك

تقنية التحكم المبرمج

برمجة الحاكم المنطقي المبرمج

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: كتابة برامج التحكم بالطرق المختلفة على جهاز الحاكم المنطقي المبرمج

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:
كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة المخطط السلمي
كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة الخريطة الدالية
كتابة برامج التحكم البسيطة على الحاكم المنطقي المبرمج بطريقة قائمة الإجراءات

الوقت المتوقع: ٦ ساعات

متطلبات الجدارة: دوائر وقياسات كهربائية -٢

برمجة الحاكم المنطقي المبرمج PLC Programming

لتنفيذ عملية تحكم معينة باستخدام الحاكم المنطقي المبرمج فإنه يتم تقسيم خطوات الحل إلى أربع مراحل متعاقبة كما يلي :

١ - الدراسة المبدئية :

تعتبر هذه الخطوة من أهم مراحل الحل حيث إن الدراسة الوافية للمشكلة تمثل أهمية بالغة ويترتب عليها نجاح المبرمج في تنفيذه البرنامج وفي هذه الدراسة يجب معرفة البيانات التي تعطي فكرة عن القياسات وعناصر القوى وكيفية عمل وتشغيل الحساسات أو المفعلات وهكذا

٢ - تجهيز قائمة الإجراءات :

أ - دراسة عملية التشغيل وتحديد تتابع خطوات التشغيل

ب - تحديد قائمة بإشارات الدخل والخرج لتنفيذ عملية التشغيل وإعطاء كل منها رمز معين (S١, S٢, ... Q١, Q٢,.....)

ج - تحديد رموز وأرقام مناظرة لهذه الإشارات لاستخدامها في (PLC) كما في جدول (١-٤)

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
إلخ I١ أو I٠,١	إشارة دخلS١
إلخ I٢ أو I٠,٢	إشارة دخلS٢
إلخ Q١ أو O١	إشارة خرج K١
إلخ Q٢ أو O٢	إشارة خرج K٢

جدول (١-٤)

ترميز إشارات الدخل والخرج بالرموز المناسبة

٣ - البرمجة :

يرتبط اختيار طريقة البرمجة التي تستخدم مع الهدف من التحكم حيث إن الخطوات الرئيسية المختصرة للتحكم في المشكلة المراد حلها يمكننا من اختيار نوع البرمجة المناسب من بين الثلاثة الأنواع :

طريقة المخطط السلمي LAD: وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يمكن رسم دائرة مسار التيار الكهربي وتستخدم بكثرة في التحكم الكهربائي .

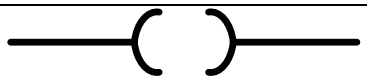
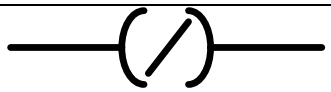
طريقة الخريطة الدالية CSF: وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يكون لها خريطة سريان FLOWCHART لتمثل نظام تعاقبي زمني .

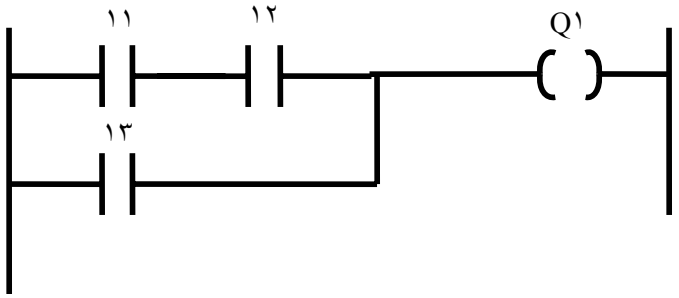
طريقة قائمة الإجراءات STL : وهذا النوع مناسب للمشاكل التي يمكن تمثيلها بمعادلة منطقية .

٤-١ البرمجة بطريقة المخطط السلمي (LAD) LADDER

هذا النوع من البرمجة يتم برسم دائرة تشبه الدائرة الكهربية مع اختلاف أساسي هي أن هذه الدائرة تكون في وضع أفقي وتتكون من خطين رأسيين ويكون الخط الرأسي بالجهة اليسرى ذا قطبين موجبه (أي على اتصال مباشر بمصدر الجهد "موجب") .

بينما يكون الخط الأيمن متصلاً بالأرض ويكون مسار التيار من اليسار إلى اليمين ويستخدم المبرمج في هذه الحالة رموزاً تختلف عن تلك التي تستخدم في الدوائر الكهربية ويوضح شكل (١) الرموز المستخدمة ومثال على البرمجة باستخدام "LAD"

نقطة اتصال عادة مفتوحة	
نقطة اتصال عادة مغلقة	
وحدة خرج	
وحدة خرج معكوس	

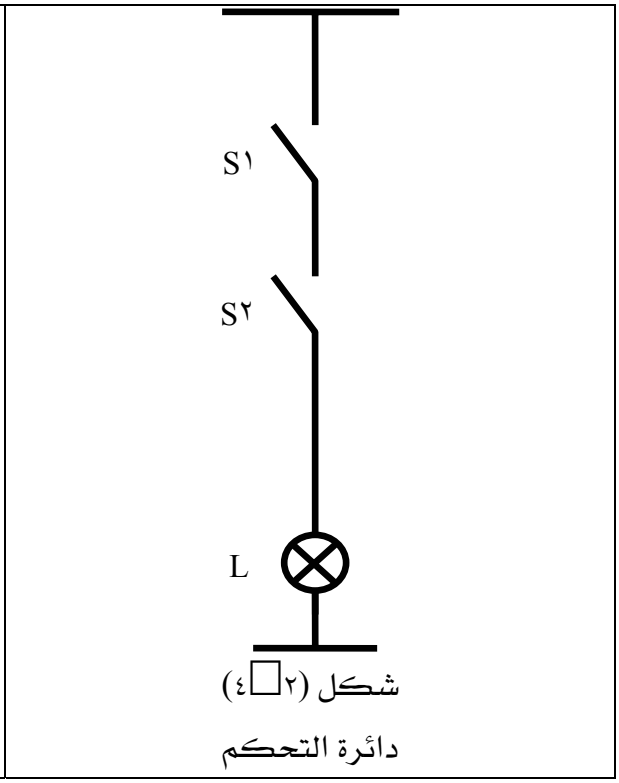


شكل (١-٤)

الرموز المستخدمة في المخطط السلمي ومثال على كيفية استخدامها في رسم المخطط السلمي.

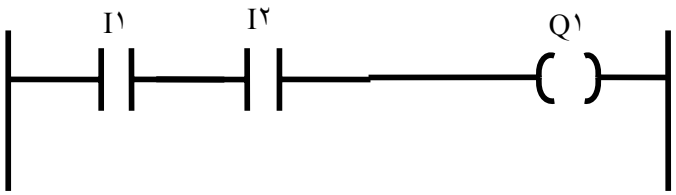
أمثلة على كيفية تمثيل الدوائر باستخدام LAD

١ - لنفترض أنه يراد إضاءة المصباح بالضغط على المفتاح S١ , S٢ معاً كما في الشكل (٢□٤) فإنه يمكن تمثيلها بالمخطط السلمي LAD الموضح في شكل (٣□٤)



شكل (٢□٤)

دائرة التحكم



شكل (٣□٤)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في شكل(٢□٤)

لاحظ أنه تم تحديد الدخل S١, S٢ بالرموز I١, I٢ كما تم تحديد الخرج L بالرمز Q١ ويطلق على هذا التحديد قائمة التخصيص .

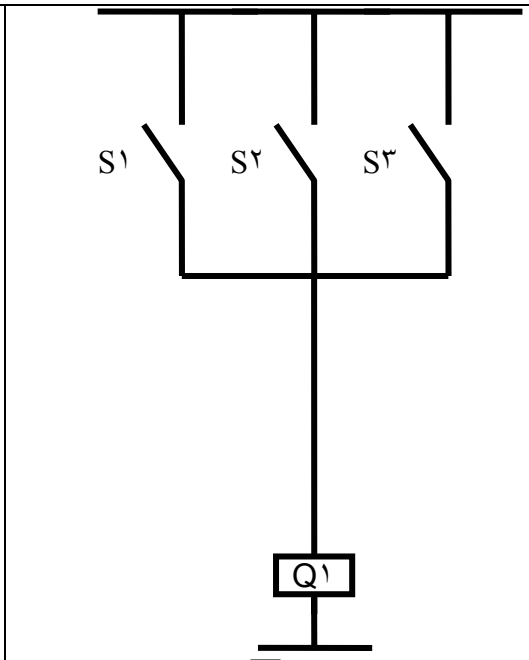
٢ - لنفترض أن لدينا الدائرة الكهربية الممثلة في شكل (٤□٤) والتي تحتوي على ثلاث مفاتيح بالضغط على أي منهم يتم الحصول على الخرج Q١

لرسم المخطط السلمي للدائرة نتبع الخطوات التالية:

قائمة التخصيص:

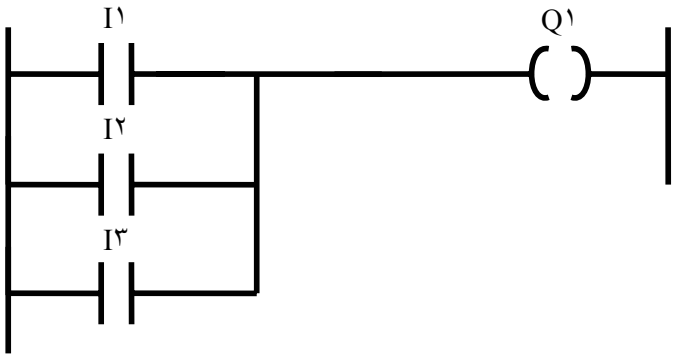
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخلS١
I٢	إشارة دخلS٢
I٣	إشارة دخلS٣
Q١	إشارة خرج Q١

رسم المخطط السلمي LAD كما في شكل (٥-٤)



شكل (٤-٤)

دائرة التحكم



شكل (٥-٤)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في شكل(٤-٤)

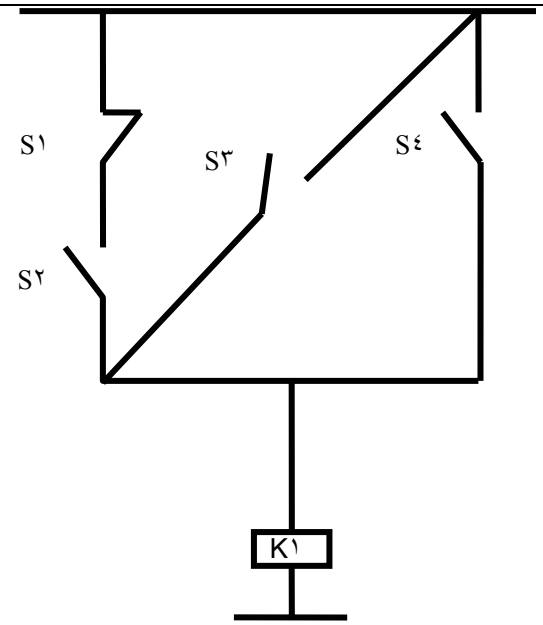
٣ - ارسم المخطط السلمي للدائرة في شكل (٦-٤)

لرسم المخطط السلمي للدائرة نتبع الخطوات التالية:

قائمة التخصيص:

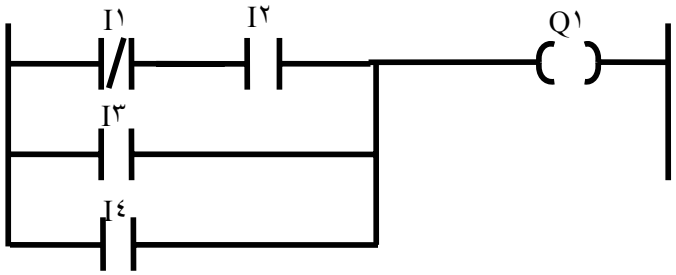
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
I٣	إشارة دخل S٣
I٤	إشارة دخل S٤
Q١	إشارة خرج K١

رسم المخطط السلمي LAD كما في شكل (٧-٤)



شكل (٦-٤)

دائرة التحكم

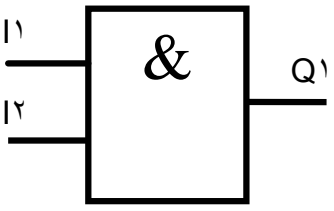


شكل (٧-٤)

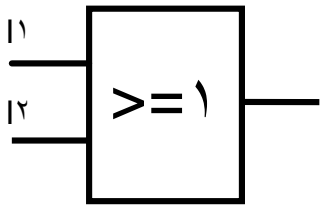
المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة في شكل(٦-٤)

٤ -٢ البرمجة بطريقة الخريطة الدالية CONTROL SYSTEM FLOW CHART (CSF)

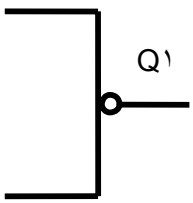
وتعتمد هذه الطريقة على استخدام البوابات المنطقية الأساسية باستخدام رموز المربعات كما هو موضح بالشكل (٨-٤) ويطلق على هذه الطريقة أيضاً طريقة البرمجة بالتمثيل الوظيفي



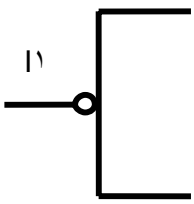
AND



FOR



خرج معكوس



دخل معكوس

شكل (٨□٤)

البوابات المنطقية المستخدمة في بناء الخريطة الدالية

أمثلة على البرمجة بطريقة الخريطة الدالية (CSF)

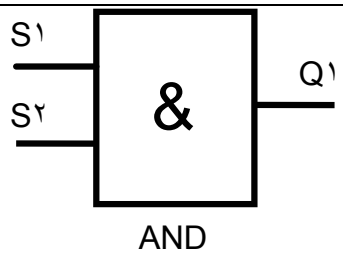
١ - أوجد الخريطة الدالية للشكل (٩□٤)

الحل

قائمة التخصيص:

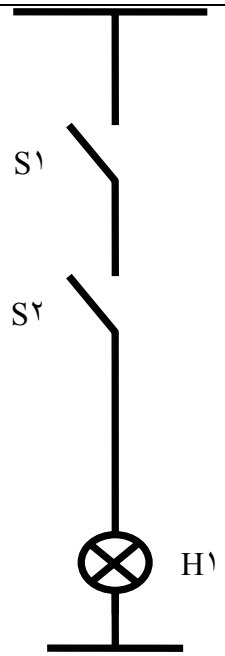
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
Q١	إشارة خرج H١

الخريطة الدالية كما في شكل (١٠□٤)



شكل (١٠□٤)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل(٩□٤)



شكل (٩□٤)

دائرة التحكم

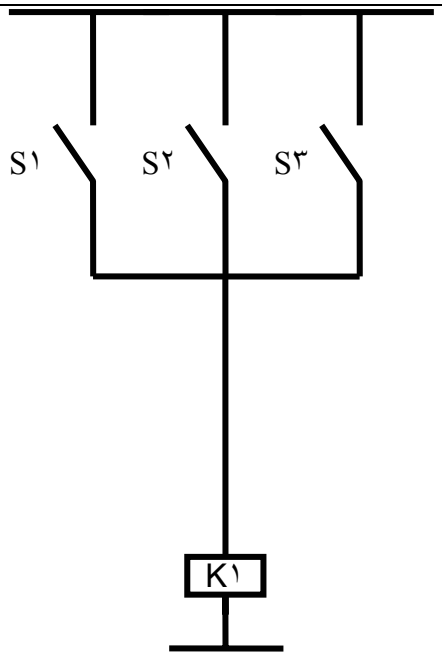
٢ - أوجد الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة بشكل (١١-٤)

الحل

قائمة التخصيص:

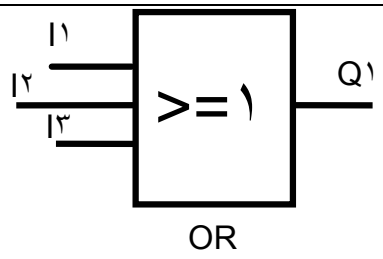
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
I٣	إشارة دخل S٣
Q١	إشارة خرج K١

الخريطة الدالية كما في شكل (١٢-٤)



شكل (١١-٤)

دائرة التحكم



شكل (١٢-٤)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل(١١-٤)

٣ - أوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة بشكل (١٣-٤)

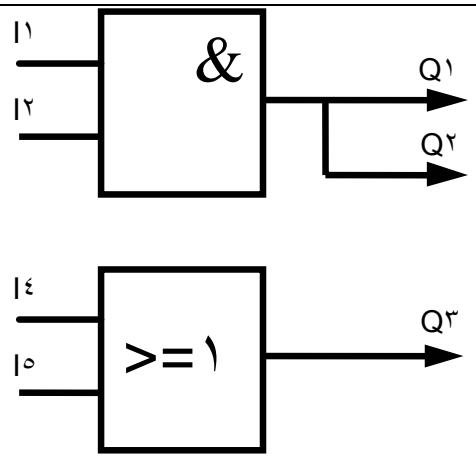
الحل

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
I٣	إشارة دخل S٣
I٤	إشارة دخل S٤
I٥	إشارة دخل S٥

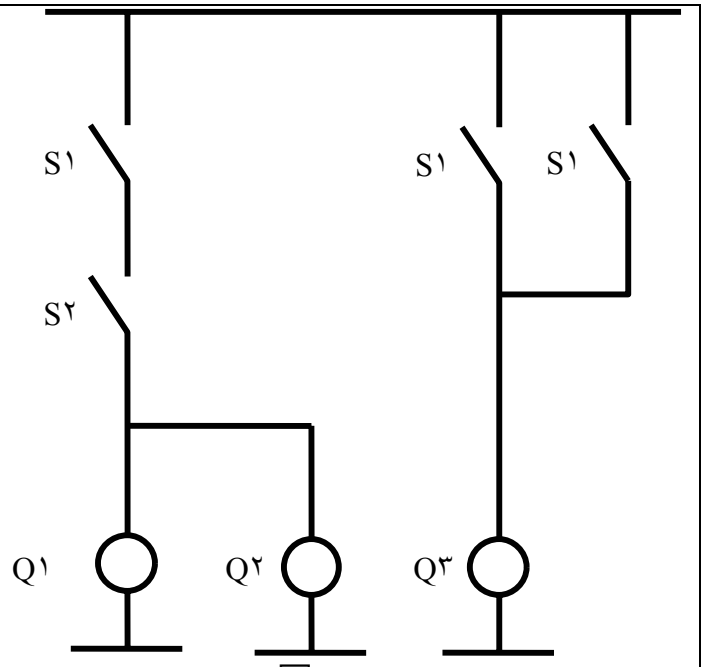
يلاحظ أن رموز الخرج المستخدمة في دائرة التحكم ملائمة للاستخدام مع جهاز PLC لذلك سنستخدمها كما هى في الخريطة الدالية.

الخريطة الدالية كما في شكل (١٤-٤)



شكل (١٤-٤)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل(١٣-٤)



شكل (١٣-٤)

دائرة التحكم

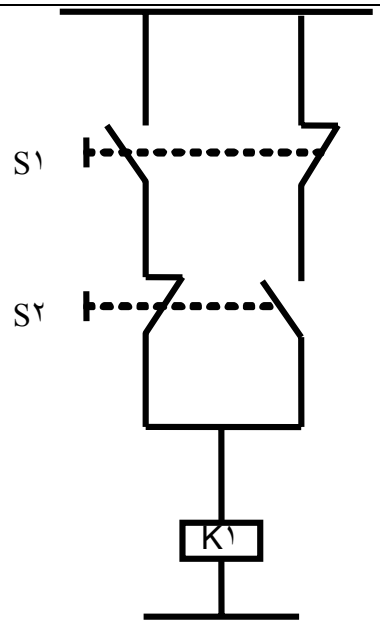
٤ - أوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة بشكل (١٥-٤).

الحل

قائمة التخصيص:

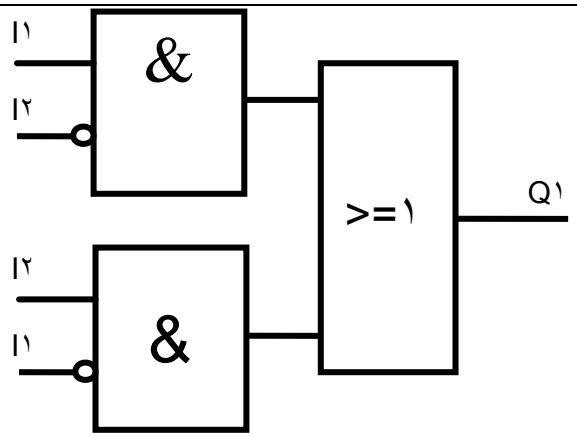
الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
Q١	إشارة خرج K١

الخريطة الدالية كما في شكل (١٦-٤)



شكل (١٥-٤)

دائرة التحكم



شكل (١٦-٤)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل(١٥-٤)

٤ - اوجد الخريطة الدالية للدائرة الموضحة بشكل (١٦□٤).

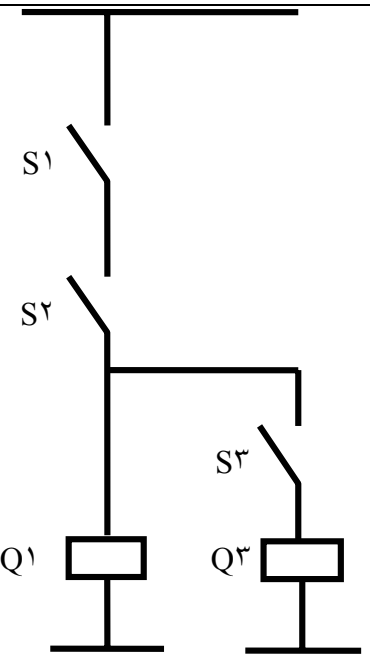
الحل

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
I٣	إشارة دخل S٣

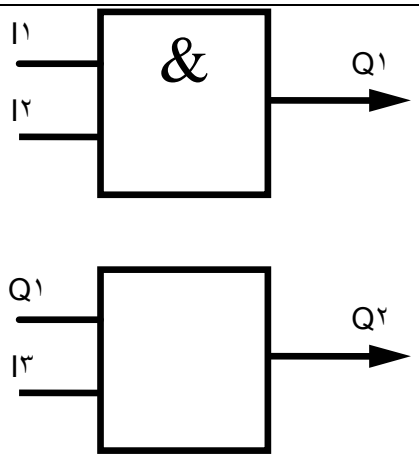
يلاحظ أن رموز الخرج المستخدمة في دائرة التحكم ملائمة للاستخدام مع جهاز PLC لذلك سنستخدمها كما هى في الخريطة الدالية.

الخريطة الدالية كما في شكل (١٧□٤)



شكل (١٦□٤)

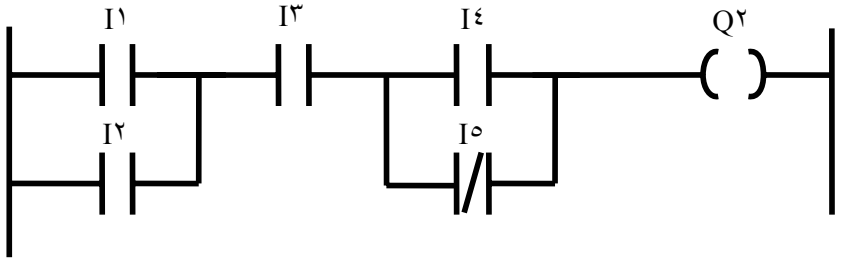
دائرة التحكم



شكل (١٧□٤)

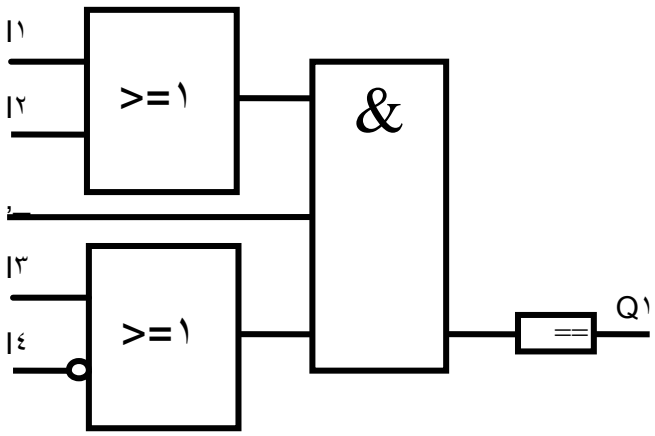
الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة في شكل(١٦□٤)

٥ - حول المخطط السلمي الموضح بالشكل (١٨-٤) إلى CSF



شكل (١٨-٤)

الخريطة الدالية موضحة بالشكل (١٩-٤)



شكل (١٩-٤)

٤ -٣ البرمجة بطريقة قائمة الإجراءات STATEMENT LIST METHOD (STL)

تختلف هذه الطريقة عن الطريقتين السابقتين حيث لا تستخدم أي مخططات أو رسومات بل يتم التعبير عنها برموز هجائية وتتكون من خطوط إجرائية منفصلة لتكون القائمة الكلية ويمكن كتابة تعليق على يمين خط الإجراء ليصف هذا الإجراء وما يتم به .

وعادة يتم ترقيم الخطوط الإجرائية في قائمة الإجراءات وحيث أن مجموعة الخطوط الإجرائية تشمل الشروط وخطوات التنفيذ المطلوبة فإنه عادة يتم التعبير عنها برمز هجائي اختصاراً للحالة المطلوب تنفيذها.

وجدول (٢-٤) يقدم أهم الاختصارات المستخدمة في البرمجة بطريقة STL

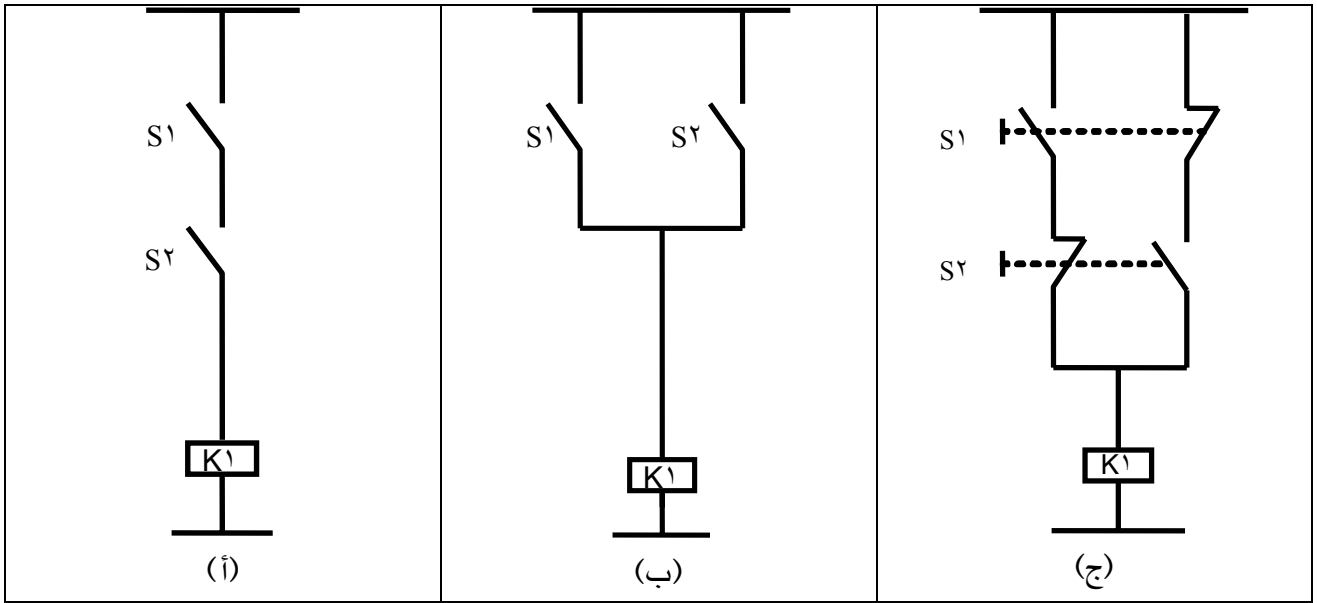
الرمز	الوظيفة
A	تعبر عن دائرة AND
O	تعبر عن دائرة OR
N	تعبر عن دائرة NOT
AN	تعبر عن نفي داخل الدائرة AND
XO	تعبر عن دائرة XOR عدم التكافؤ
=	تعبر عن يساوي .
(	بدء البرمجة على التوازي (فتح قوس)
)	نهاية البرمجة على التوازي (قفل قوس)
BE	نهاية برنامج .

جدول (٢-٤)

أهم الاختصارات المستخدمة في البرمجة بطريقة STL

أمثلة على البرمجة بطريقة STL

اكتب برنامج التحكم بطريقة STL لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٢٠-٤)



شكل (٢٠-٤)

الحل

أولا : شكل(أ)

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
Q١	إشارة خرج K١

البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات كما هو موضح بجدول (٣□٤)

المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I١	A	٠٠
I٢	A	٠١
Q١	=	٠٢
	BE	٠٣

جدول (٣□٤) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم شكل (٢٠□٤) أ

ثانيا : شكل (ب)

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
Q١	إشارة خرج K١

البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات كما هو موضح بجدول (٤□٤)

المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I١	A	٠٠
I٢	O	٠١
Q١	=	٠٢

	BE	٠٣

جدول (٤□٤) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم شكل (٢٠□٤) ب

ثالث: شكل (ج)

قائمة التخصيص:

الرمز المناظر في PLC	الرمز المستخدم في دائرة التحكم
I١	إشارة دخل S١
I٢	إشارة دخل S٢
Q١	إشارة خرج K١

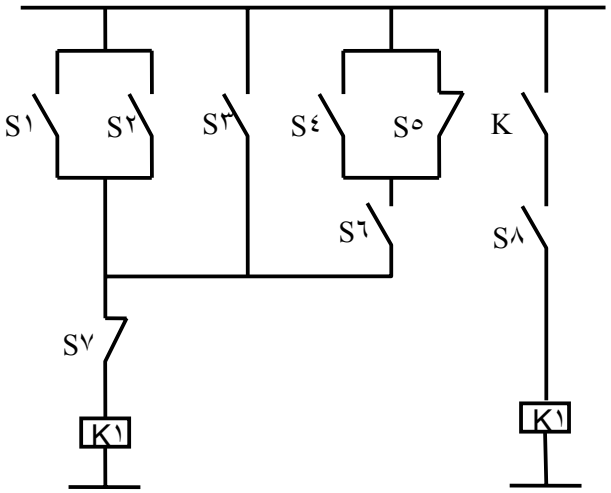
البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات كما هو موضح بجدول (٥□٤)

المدخل أو المخرج	الأمر	الموقع
I١	A	٠٠
I٢	AN	٠١
	O(	
I١	AN	
I٢	A	
	)	
Q١	=	٠٢
	BE	٠٣

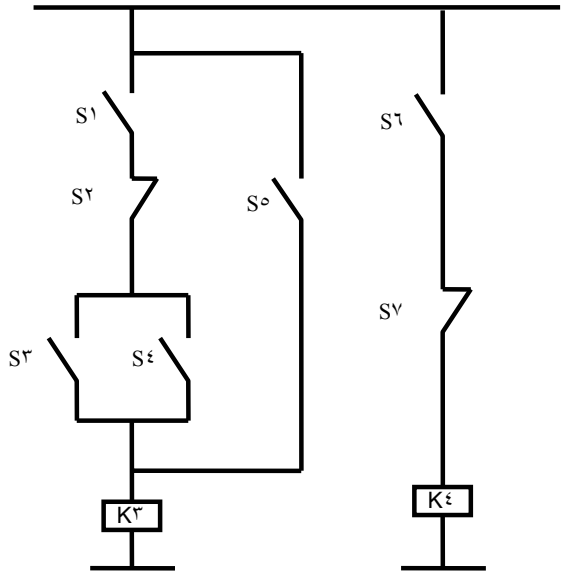
جدول (٥□٤) قائمة الإجراءات لدائرة التحكم شكل (٢٠□٤) ج

تمارين

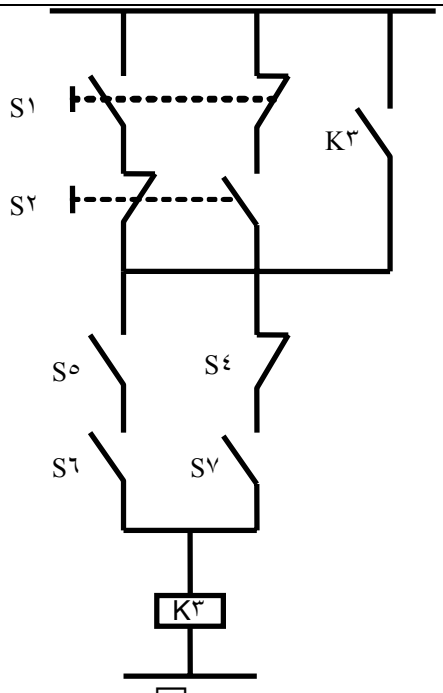
١ -ارسم المخطط السلمي والخريطة الدالية لدوائر المسار الموضحة بالأشكال التالية :



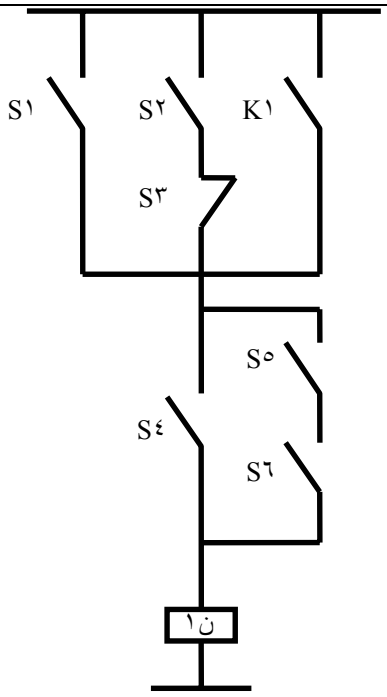
شكل (٢١-٤)



شكل (٢٢-٤)

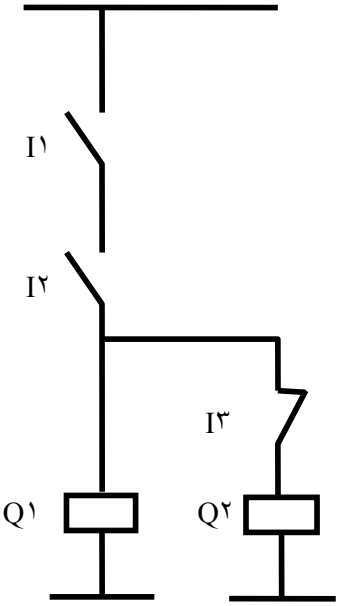


شكل (٢٣-٤)

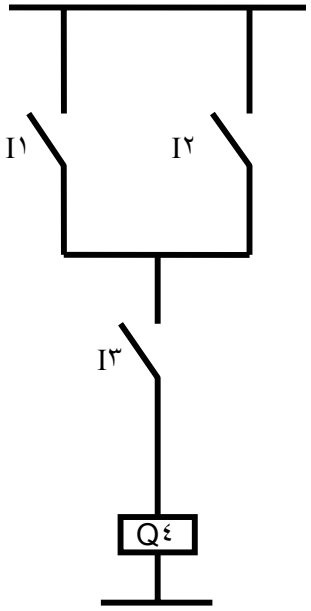


شكل (٢٤-٤)

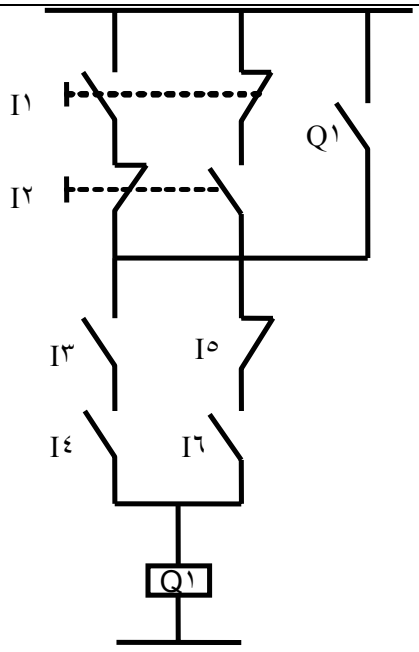
٢ - ارسم المخطط السلمي واكتب برنامج قائمة الإجراءات لكل من الأشكال الآتية:



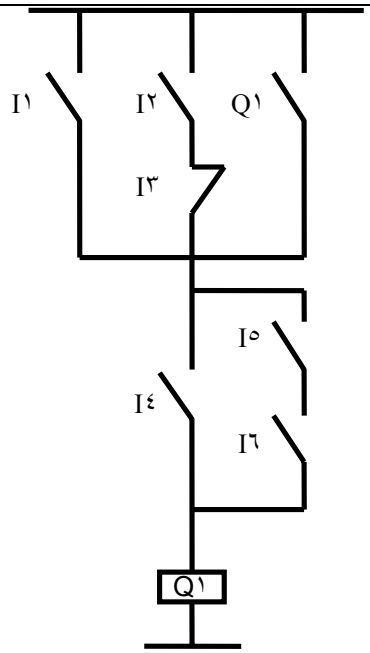
شكل (٢٥□٤)



شكل (٢٦□٤)



شكل (٢٧□٤)



شكل (٢٨□٤)

تقنية التحكم مبرمج

الدوال الأساسية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: كتابة برامج التحكم على الحاكم المنطقي المبرمج باستخدام الدوال الأساسية

الأهداف: عند الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من كتابة برامج التحكم باستخدام الدوا ل مثل:

١. دالة الإبقاء والإلغاء
٢. دالة التخزين
٣. المزمنات
٤. العدادات
٥. دالة القفز
٦. المقارنات.

الوقت المتوقع: ٦ ساعات

متطلبات الجدارة: دوائر وقياسات كهربائية -٢

الدوال الأساسية

في الوحدة السابقة تناولنا طرق البرمجة المختلفة وفي هذه الوحدة سنتناول بعض الدوال الأساسية والدوال المساعدة التي تستخدم بكثرة في عملية البرمجة..

٥ -١ دالة التخزين (F) FLAGS أو MARKER (M)

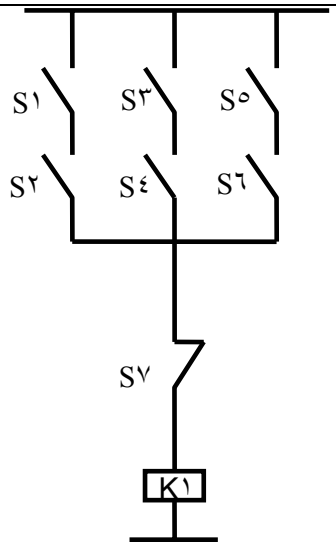
في نظام التحكم بالمرحلات تستخدم بعض الملامسات أو المرحلات لأغراض ثانوية أو مساعدة وفي هذه الحالة تستخدم للعمليات المتوسطة بين الدخل والخرج ، وفي نظام التحكم باستخدام PLC تستخدم دالة التخزين أو الاستدلال للتعبير عن هذه العملية المتوسطة والنقاط المستخدمة لهذا الغرض تسمى (FLAGS) وهي عناصر ذاكرة إلكترونية لها أماكن خاصة بوحدة التحكم المركزية CPU ، وعند استخدام هذه العناصر FLAGS فإن البرنامج يتم تجزئته، وبالتالي تبسيطه إلى مجموعة من البرامج الصغيرة .

وتعنون دالة الاستدلال أو التخزين بالحرف F وتبدأ من F ٠,٠ إلى F ٠,٧ وهكذا وفي بعض الاحيان يرمز لها بالرمز (M) .

مثال ١□٥: اكتب البرنامج المنفذ لدائرة التحكم المبينة بالشكل (١□٥) وذلك بطريقتي المخطط السلمي وقائمة الإجراءات باستخدام دالة التخزين

الحل

قائمة التخصيص	
I١	S١
I٢	S٢
I٣	S٣
I٤	S٤
I٥	S٥
I٦	S٦
I٧	S٧
Q١	K١

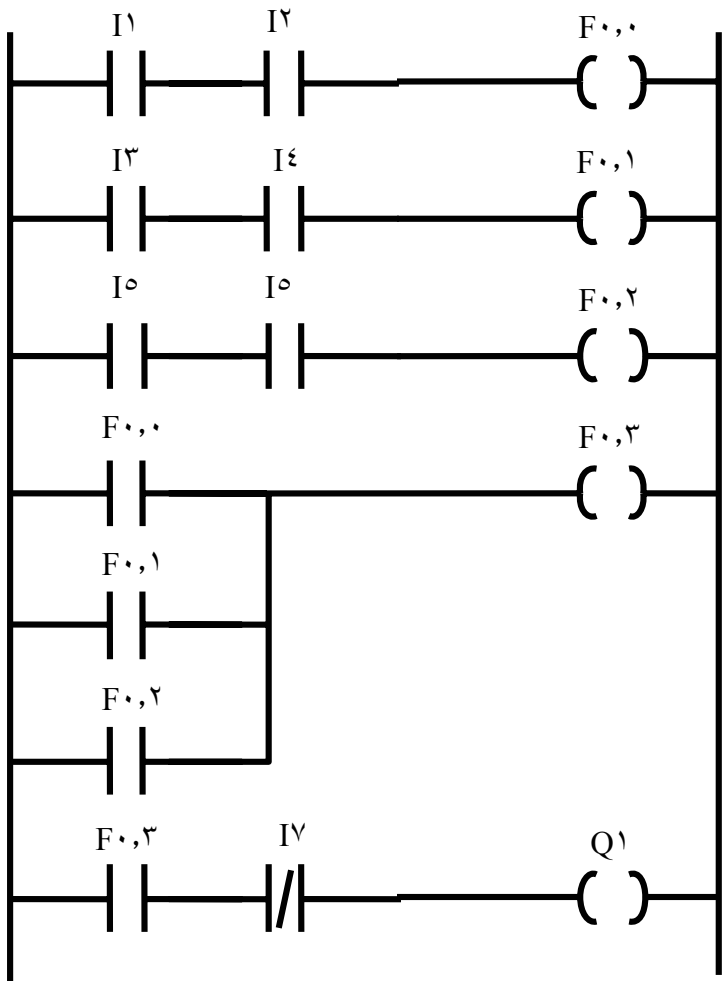


شكل (١□٥)

لرسم المخطط السلمي وقائمة الإجراءات باستخدام دالة التخزين فإنه توجد طرق مختلفة للعنونه .وفي هذا المثال سوف نستخدم العنونة باستخدام الحرف F ابتداء من F ٠,٠ ثم نكرر الحل مرة أخرى باستخدام الحرف M ابتداء من M١

أولاً : باستخدام العنوان F :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في شكل (٢□٥)



شكل (٢□٥)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة بشكل (١□٥)

I١	A
I٢	A
F ٠,٠	=
I٣	A
I٤	A
F ٠,١	=
IS	A
I٦	A
F ٠,٢	=
F ٠,١	O
F ٠,٢	O
F ٠,٣	=
F ٠,٣	A
I٧	AN
Q ١	=
	BE

جدول (١□٥)

قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الموضحة بشكل (١□٥)

٢ - قائمة الاجراءات: جدول (١□٥) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

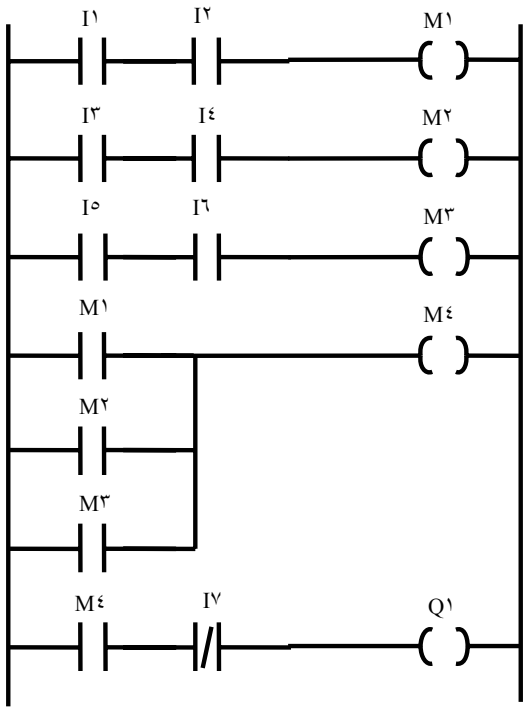
ثانياً : باستخدام العنوان M :

١ - المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في شكل (٣-٥)

I١	A
I٢	A
M١	=
I٣	A
I٤	A
M٢	=
IS	A
I٦	A
M٣	=
M١	A
M٢	O
M٣	O
M٤	=
M٤	A
I٧	AN
Q١	=
	BE

جدول (٢-٥)

قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الموضحة بشكل (١-٥)



شكل (٣-٥)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٥-١)

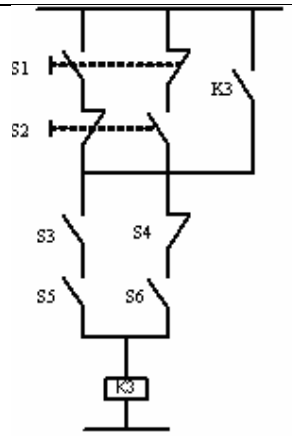
٢ - قائمة الاجراءات: جدول (٢-٥) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

مثال (٢-٥): ارسم المخطط السلمي وقائمة الإجراءات والخريطة الدالية لشكل (٤-٥) مستخدماً دالة التخزين

الحل

سوف يتم حل هذا المثال مرتين الأولى باستخدام العنونة F والثانية باستخدام العنونة M، وقبل البدء في الحل نبدأ أولا بإعداد قائمة التخصيص كما يلي:

قائمة التخصيص	
I١	S١
I٢	S٢
I٣	S٣
I٤	S٤
I٥	S٥
I٦	S٦
Q١	K١



شكل (٤□٥)

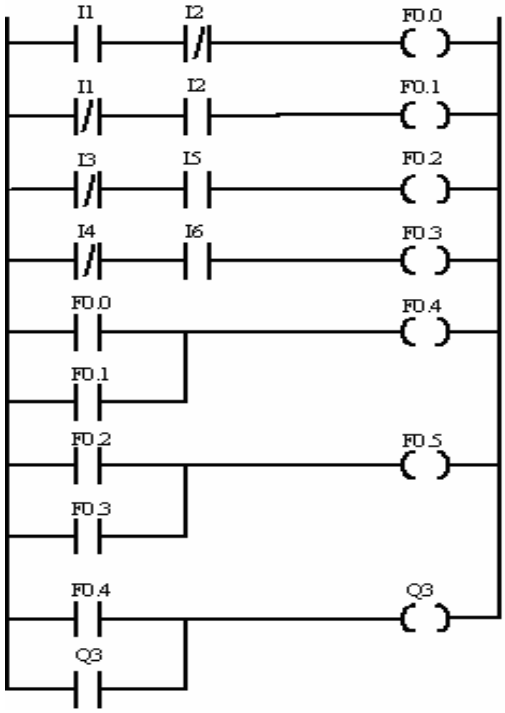
أولاً : باستخدام العنوان F :

١ -المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في شكل (٢□٥)

I١	A
I٢	AN
F ٠,٠	=
I١	AN
I٢	A
F ٠,١	=
I٣	A
IS	A
F ٠,٢	=
I٤	AN
I٦	A
F ٠,٣	=
F ٠,٠	A
F ٠,١	O
F ٠,٤	=
F ٠,٢	A
F ٠,٣	O
F ٠,٥	=
F ٠,٤	A
Q ٣	O
F ٠,٥	A
Q٣	=
	BE

جدول (٣□٥)

قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٥□٤)

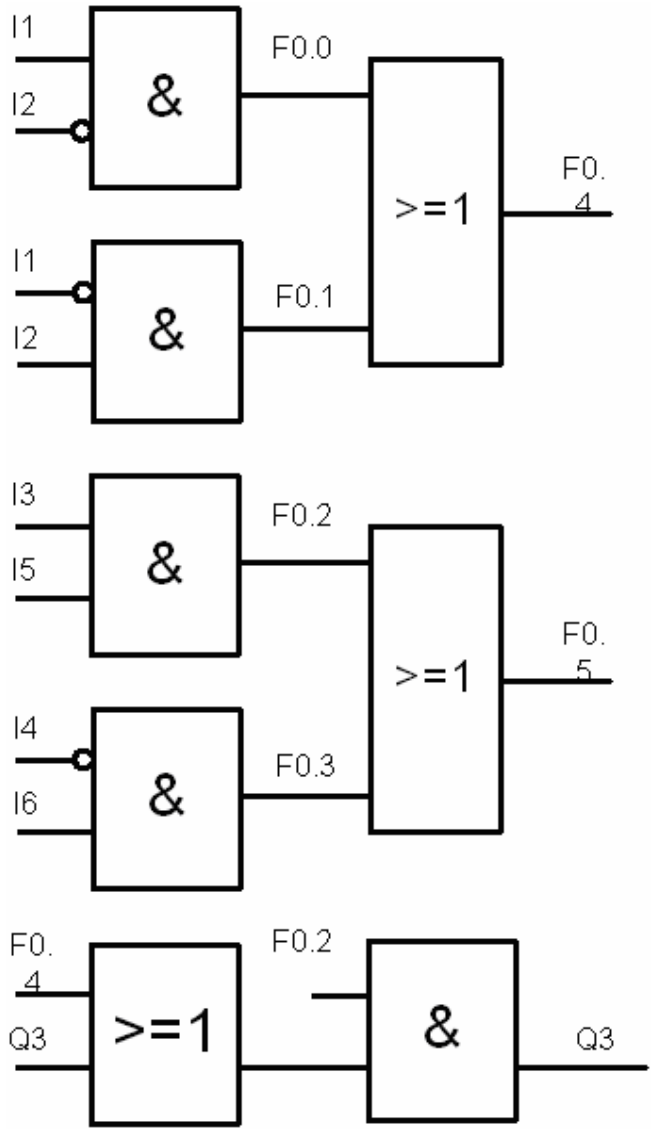


شكل (٥□٥)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٥□٤)

٢ -قائمة الاجراءات: جدول (٣□٥) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

٣ -الخريطة الدلالية CSF: شكل (٦□٥)يقدم الخريطة الدالية



شكل (٦□٥)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٤□٥)

ثانياً : باستخدام العنوان M :

١ -المخطط السلمي :المخطط السلمي للدائرة كما في شكل (٧□٥)

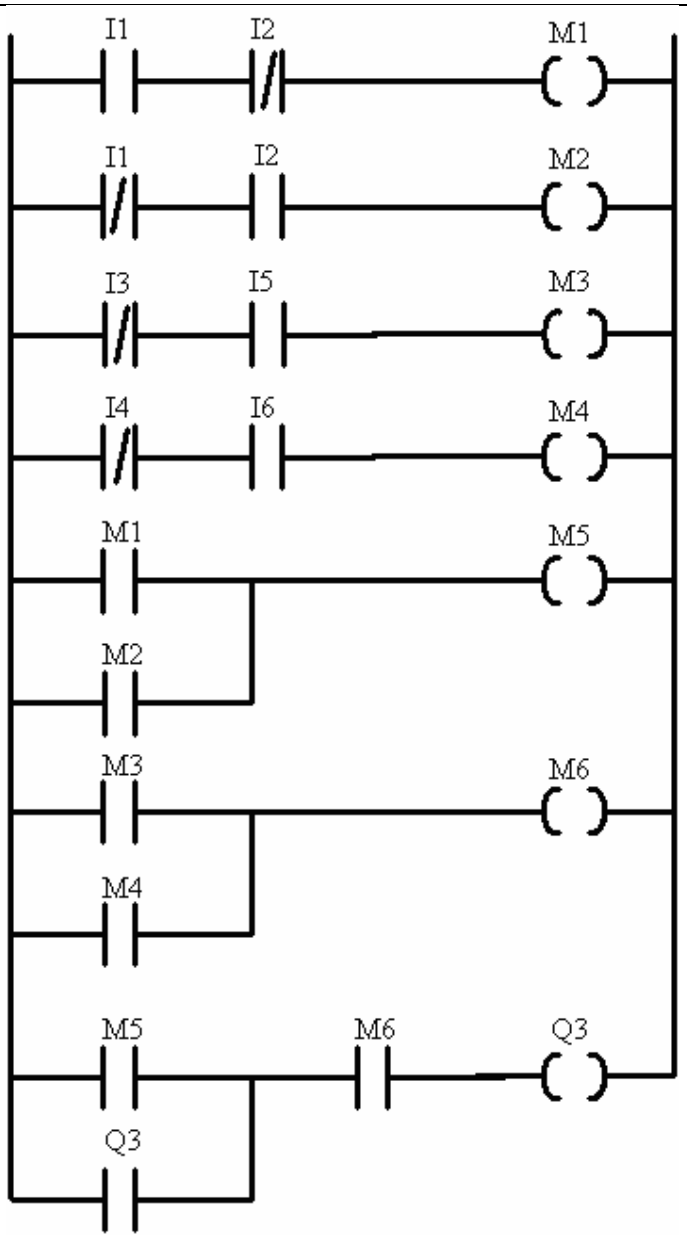
٢ -قائمة الاجراءات: جدول (٤□٥) يقدم برنامج التحكم بطريقة قائمة الإجراءات

- الخريطة الدلالية CSF: شكل (٨□٥)يقدم الخريطة الدالية

I١	A
I٢	AN
M١	=
I١	AN
I٢	A
M٢	=
I٣	A
I٥	A
M٣	=
I٤	AN
I٦	A
M٤	=
M١	A
M٢	O
M٥	=
M٣	A
M٤	O
M٦	=
M٥	A
Q٣	O
M٦	A
Q٣	=
	BE

جدول (٤□٥)

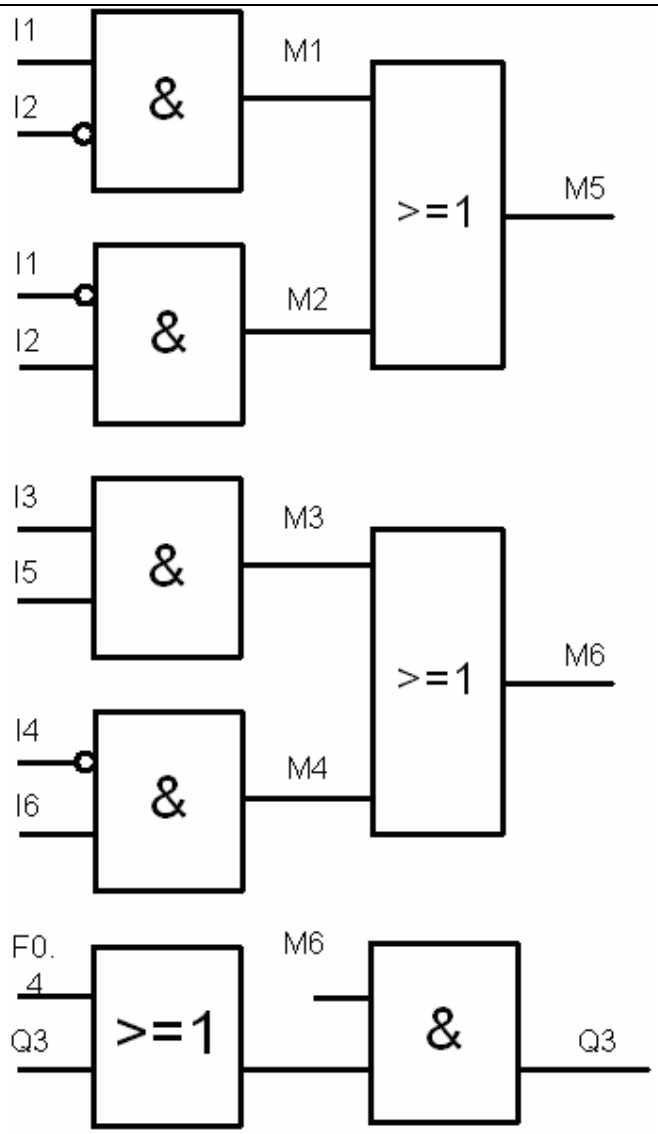
قائمةالإجراءات لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٤□٥)



شكل (٧□٥)

المخطط السلمي لدائرة التحكم الموضحة بشكل □٥)

٤)

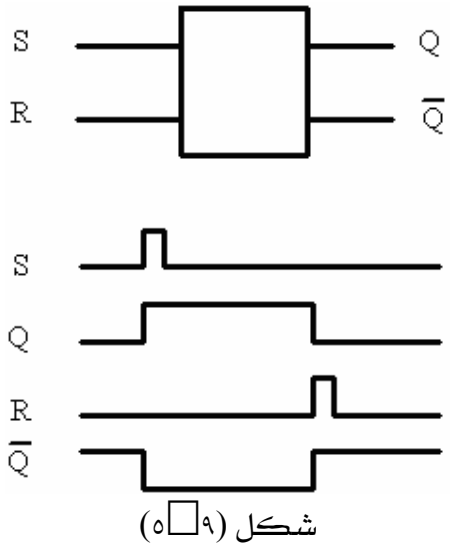


شكل (٨□٥)

الخريطة الدالية لدائرة التحكم الموضحة بشكل (٤□٥)

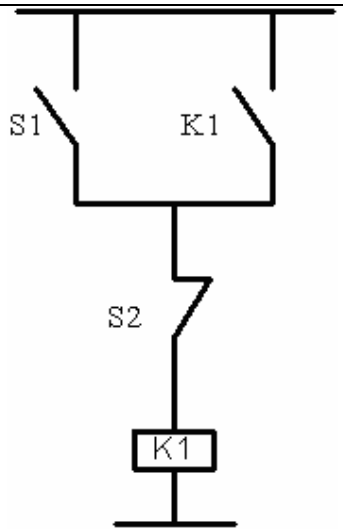
٥ -٢ دالة الإبقاء والإلغاء (القلاب SET/RESET)

تستخدم دالة الإبقاء والإلغاء القلاب SR (شكل (٩□٥)) في المحافظة على حالة توصيل عند نقطة خرج معين مثل Q أو إلغاء هذا التوصيل فإذا استخدمنا SET يتم المحافظة على حالة التوصيل ON ، أما إذا استخدمنا RESET يتم إلغاء هذه الحالة وهذه الدالة مفيدة جداً حيث أنه باستخدام إشارة دخل قصيرة جداً في زمنها يمكننا جعل الخرج أو مكان معين في الذاكرة في حالة ON لفترة طويلة حتى تأتيه إشارة أخرى لعمل RESET .



شكل (٩□٥)

طريق عمل دالة الإبقاء والإلغاء



شكل (١٠□٥)

دائرة الإمساك (Latch Circuit)

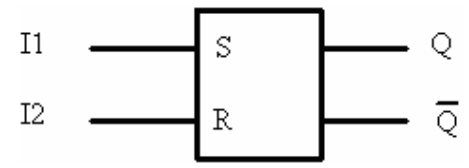
أما في نظم التحكم بالملامسات فإن هذه الدائرة تمثل دائرة الامساك المبينة بالشكل (١٠□٥)، فعند الضغط على S١ يتم تشغيل الملامس K١ ويبقي ذاتياً في حالة ON وهي تمثل حالة SET وعند الضغط على S٢ يلغي التوصيل وهي تمثل حالة RESET

ويمكن تمثيل دالة والغائها بطرق البرمجة الثلاثة بعد تحديد قائمة التخصيص كما يلي :

قائمة التخصيص	
I١	S١
I٢	S٢
Q١	K١

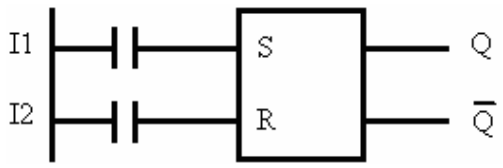
١ - بطريقة CSF (الخريطة الدالية)

شكل (١١□٥) يبين البرنامج بطريقة الخريطة الدالية CSF



شكل (١١□٥)

تنفيذ دالة الإبقاء والإلغاء باستخدام CSF



شكل (١٢□٥)

تنفيذ دالة الإبقاء والإلغاء باستخدام LAD

٢ - بطريقة المخطط السلمي LAD

شكل (١٢□٥) يبين البرنامج بطريقة المخطط السلمي

٣ - بطريقة قائمة الإجراءات STL

جدول (٥□٥) يبين البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات

I١	A
Q١	S
I٢	A
Q١	R
	BE

جدول (٥□٥)

قائمةالإجراءات لدائرة الإبقاء والإلغاء

٥ -٣ المزمنات TIMERS

تعتبر المزمنات من أهم العناصر المستخدمة في العمليات الصناعية (عمليات التحكم) ووظيفة المزمنات الأساسية في عمليات التحكم هو الحصول على تأخير زمن التوصيل لفترة معينة "TIME DELAY ON" كما أن هناك بعض الوظائف للمزمنات يمكن الحصول عليها باستخدام "TIME DELAY OFF" ومن العمليات الصناعية التي تحتاج استخدام المزمنات عمليات اللحام عمليات

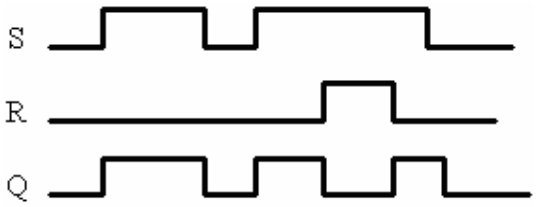
الدهان ومعالجات الحرارة، كما تستخدم في التحكم في أكثر من عملية في نفس الوقت وذلك بتحديد الزمن بين كل عملية وأخرى مثل ضبط الزمن بين إيقاف محرك كهربي وبدء محرك آخر ... الخ.

ويتميز استخدام الـ PLC في عملية التزمين بعدة ميزات مثلا للدقة الشديدة كما أنه يمكن تغيير قيمة الزمن المضبوط بمجرد تغيير القيمة ولا يحتاج إلى توصيلات معينة .

ويمكن تمثيل المزمن الأساسي في أبسط صورة على شكل مربع كما في شكل (١٣-٥) .ويتكون من نقطتى دخل S, R ونقطة خرج Q

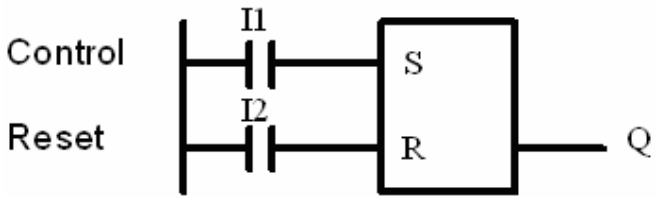
نقطة الدخل S وهو وهو طرف بدء عمل المزمن ويتم عمل بدء المزمن عندما تتغير إشارة الدخل من الحالة "٠" إلى الحالة "١"

الدخل R وهو طرف إيقاف المزمن إذا ما تم تغيير حالته من الحالة "٠" إلى الحالة "١" وشكل (١٤-٥) الرسم الزمني لبيان كيفية عمل المزمن والتحكم فيه من خلال طرفي الدخل S , R



شكل (١٤-٥)

كيفية التحكم في خرج المزمن باستخدام S, R

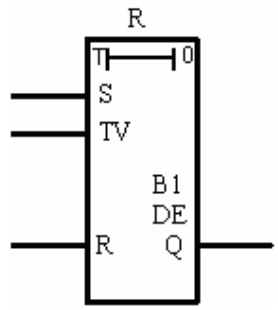


شكل (١٣-٥)

الرسم التخطيطي لمزمن

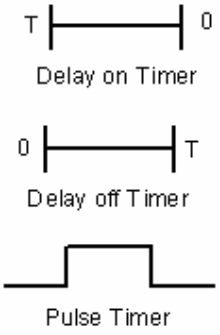
١. ويمكن تمثيل المزمن بصفة عامة كصندوق له مجموعة مداخل ومجموعة مخارج ، كما هو مبين بالشكل (١٥-٥) موضح عليه بعض البيانات التي توضح خصائص عمله وهي كالتالي:.
٢. الطرف S هو دخل المزمن .
٣. الطرف R هو دخل المزمن .
٤. الطرف TV يوضح الفترة الزمنية التي يتم تحديدها مسبقاً ليعمل خلالها المزمن
٥. العنوان T١ وهذا الرمز يبين رقم المزمن بالجهاز .
٦. نوع المزمن ويتم التعرف على نوع المزمن من الرمز المكتوب داخل أعلى الصندوق شكل (١٦-٥) بعض أنواع المزمنات من خلال هذا الرمز
٧. الطرف Q الخراج .

٨. الطرقان DE , B١ يوضحان زمن المزمن بالثنائي والعشري



شكل (٥□١٥)

الرسم التخطيطي لمزمن تشغيل متأخر

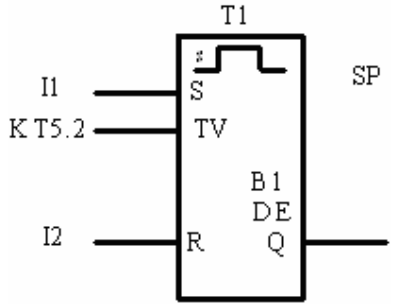


شكل (٥□١٦)

رموز بعض أنواع المزمنات

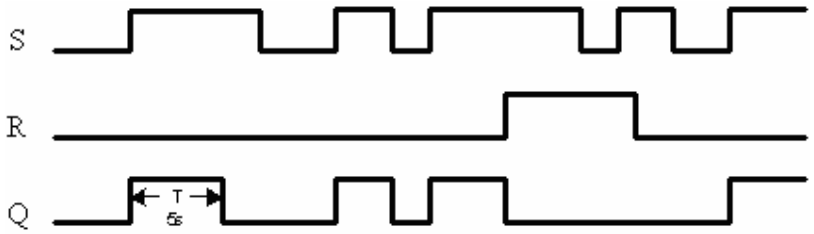
٥ -٣ -١ المزمن النبضي Pulse Timer

يبدأ عمل المزمن النبضي الموضح بشكل (٥□١٧) عندما تتغير إشارة الدخل من "٠" إلى "١"" طالما لم تأتي إشارة الالغاء من "٠" إلى "١" على R حتى ينتهي الزمن المحدد شكل (٥□١٨) يوضح كيفية عمل المزمن وتأثره بإشارات الدخل والخرج.



شكل (٥□١٧)

المزمن النبضي



شكل (٥□١٨)

المخطط التزامني للمزمن النبضي

ويمكن تمثيل المزمن النبضي بقائمة الإجراءات كما في جدول (٥□٦)

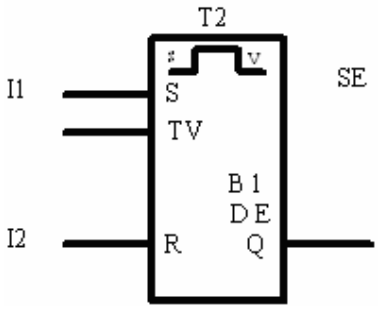
I١	A
	L KT ٥,٢
T١	SP
I٢	A
T١	R

جدول (٥□٦)

قائمةالإجراءات للمزمن النبضي

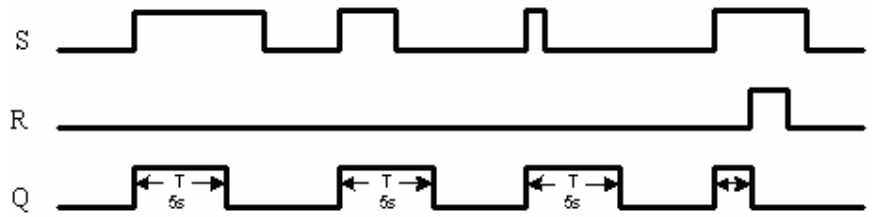
٥ -٣ -٢ المزمن النبضي الممتد Extended Pulse Timer

نلاحظ في حالة المزمن النبضي أنه عند قطع إشارة الدخل "S" فإن الخرج يتحول إلى "٠" أما في حالة المزمن النبضي الممتد والموضح في شكل (١٩□٥) فإن إشارة الخرج تظل لفترة الزمن المحدد سابقاً حتى لو انقطعت إشارة الدخل كما هو مبين في شكل (٢٠□٥) كما يمكن كتابة قائمة الإجراءات للمزمن كما في جدول (٧□٥)



شكل (١٩□٥)

المزمن النبضي الممتد



شكل (٢٠□٥)

المخطط التزامني للمزمن النبضي الممتد

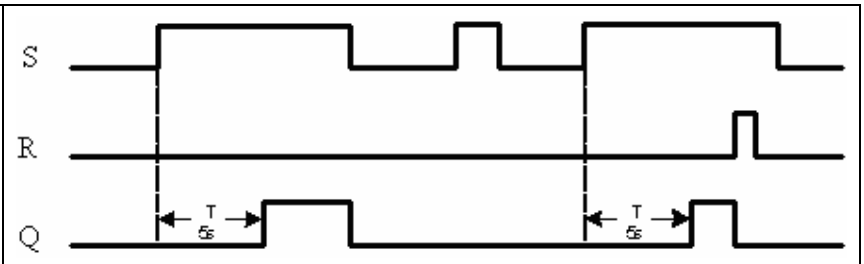
I١	A
	L KT ٥,٢
T٢	SE
I٢	A
T١	R

جدول (٧□٥)

قائمةالإجراءات للمزمن النبضي الممتد

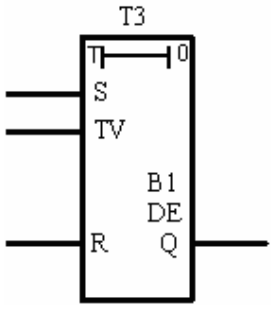
٥ -٣ -٣ مزمن التشغيل المتأخر Delay On Timer

شكل (٢١□٥) يبين هذا النوع من المزمنات والذي يتأخر فيه الحصول على إشارة الخرج بعد إشارة الدخل بفترة زمنية محددة سابقاً ويظل الخرج حتى تتغير إشارة الدخل على الطرف S أو تأتي إشارة على الطرف R كما في شكل (٢٢□٥)، ويمكن كتابة قائمة الإجراءات للمزمن كما في جدول (٥□٨)



شكل (٢٢□٥)

المخطط التزامني لمزمن التشغيل المتأخر



شكل (٢١□٥)

مزمن التشغيل المتأخر

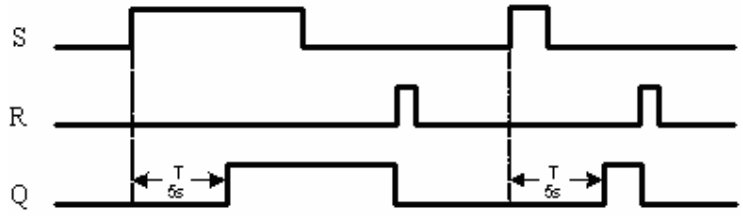
I١	A
	L KT ٥,٢
T٣	SD
I٢	A
T١	R

جدول (٨□٥)

قائمةالإجراءات لمزمن التشغيل المتأخر

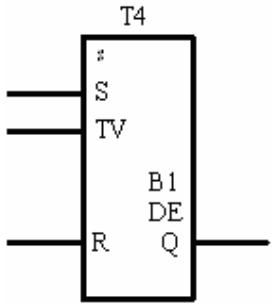
٥ -٣ -٤ مزمن التشغيل المخزن المتأخر Latched On Delay

في هذا النوع لا يتم إلغاء الخرج إلا بالحصول على إشارة على الدخل R أي أنه بعد إدخال إشارة الدخل S بالفترة الزمنية المحددة يتم الحصول على الخرج ولوحدث بعد ذلك تغيير في إشارة الإدخال S لن يتأثر الخرج. شكل (٢٣□٥) يقدم الرسم التخطيطي لمزمن التشغيل المخزن المتأخر بينما يعرض شكل (٢٤□٥) المخطط التزامني الذي يوضح عمل المزمن. جدول (٩□٥) يقدم قائمة الإجراءات لهذا النوع النوع من المزمنات..



شكل (٢٤□٥)

المخطط التزامني لمزمن التشغيل المخزن المتأخر



شكل (٢٣□٥)

مزمن التشغيل المخزن المتأخر

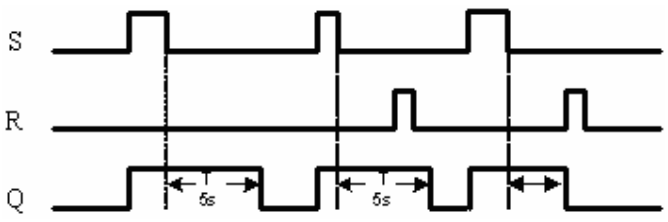
I١	A
	L KT ٥,٢
T٤	SS
I٢	A
T١	R

جدول (٩□٥)

قائمةالإجراءات لمزمن التشغيل المخزن المتأخر

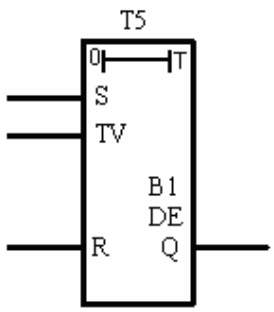
٥ -٣ -٤ مزمن الالغاء المتأخر DELAY OFF

في هذا النوع من المزمنات والموضح بشكل (٢٥□٥) نحصل على إشارة الخرج Q في نفس اللحظة التي يتم فيها تغيير الدخل "S" من "٠" إلى "١" وبعد انتهاء إشارة الدخل "S" بفترة زمنية محددة سابقاً يتم إلغاء الخرج أي أنه لا يتم إلغاء الخرج بمجرد إلغاء الدخل، أما إذا أتت إشارة للدخل R فيتم إلغاء الخرج فوراً كما هو واضح في شكل (٢٦□٥).جدول (١٠□٥) يوضح قائم الإجراءات لهذا المزمن



شكل (٢٦□٥)

المخطط التزامني لمزمن الإلغاء المتأخر



شكل (٢٥□٥)

مزمن الإلغاء المتأخر

I١	A
	L KT ٥,٢
T٥	SF
I٢	A
T١	R

جدول (١٠-٥)

قائمةالإجراءات لمزمن الإلغاء المتأخر

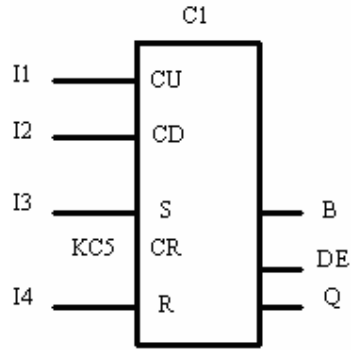
٥ -٤ العـدادات COUNTERS

في بعض التطبيقات الصناعية تستخدم العدادات لعدة أغراض منها القيام بعملية عد لمنتج معين في أحد خطوط الإنتاج، كما تستخدم في أغراض التحكم مثل المزمنات وذلك باستخدام التغير الذي يحدث في الخرج من هذه العدادات، .وهناك نوعان من العدادات :

١ - **عداد تصاعدي (CU):** وفيه يتم العد بطريقة تصاعدية من الصفر إلى القيمة المحددة بالعداد .

٢ - **عداد تنازلي (CD) :** وفيه يتم العد بطريقة تنازليه تبدأ من القيمة المحددة للعد حتى الصفر .

ويشبه تمثيل العداد إلى حد كبير تمثيل المزمن كما بالشكل (٢٧-٥)حيث يتم تمثيل العداد بمستطيل له عدة مداخل ومخارج ومجموعة من البيانات الموضحة على الرسم كما يلي :



شكل (٢٧-٥)

الرسم التخطيطي لعداد

١ - **الطرف CU :** ويستخدم هذا الطرف عندما نستخدم العداد كعداد تصاعدي ويستمر العد في الزيادة حتى القيمة المحددة سلفاً أو حتى الرقم ٩٩٩ ويتوقف العداد عن العد عند وصول إشارة على الطرف RESET .

٢ - **الطرف CD**: يستخدم هذا الطرف عندما تستخدم العداد كعداد تنازلي ويستمر العد في التناقص حتى نصل إلى القيمة صفر أو عند وصول إشارة على الطرف "R" .

٣ - **الطرف "S"** وهذا الطرف يستخدم لنقل القيمة المحددة CV حتى يبدأ العد التنازلي منها حتى الصفر .

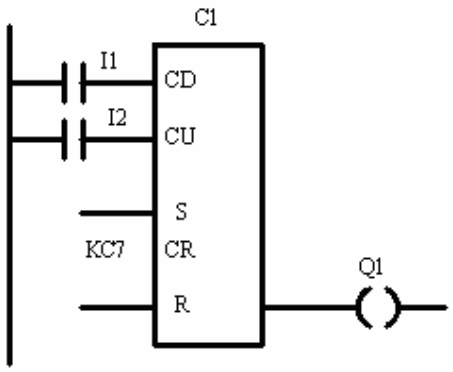
٤ - **الطرف "R"** ويستخدم هذا الطرف للإلغاء وايقاف العداد .

٥ - **الطرف CV** وعلى هذا الطرف تكتب القيمة المحددة للعد .

٦ - **الطرف Q** وهو طرف الخرج .

٥ -٤ -١ استخدام العداد كعداد تنازلي CD

شكل (٢٨□٥) يبين المخطط السلمي عند استخدام العداد كعداد تنازلي بينما يوضح شكل (٢٩□٥) مخطط التزامن لهذا العداد. جدول (١١□٥) يقدم قائمة الإجراءات للعداد.



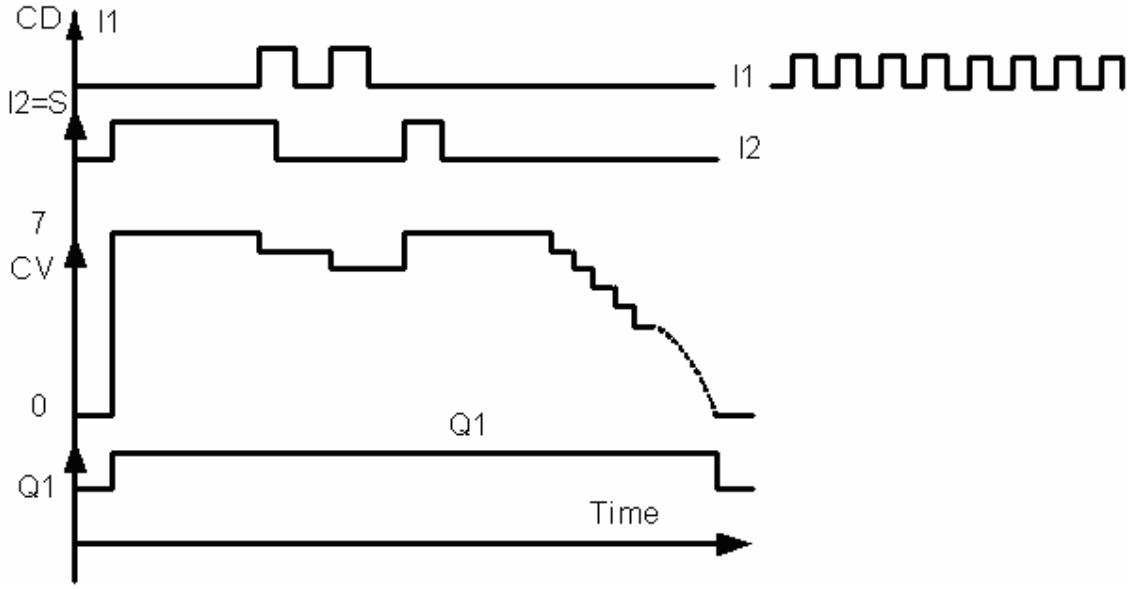
شكل (٢٨□٥)

المخطط السلمي للعداد التنازلي

A	I١
CD	C١
NOP	
L KC ٧	
S	C١
NOP	
NOP	
NOP	
A	C١
=	Q١
BE	

جدول (١١□٥)

قائمةالإجراءات للعداد التنازلي

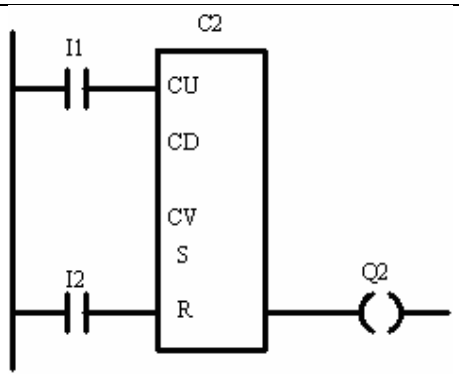


شكل (٢٩□٥)

المخطط التزامني للعداد التنازلي

٥ -٤ -٢ استخدام العداد كعداد تصاعدي CU

شكل (٣٠□٥) يبين المخطط السلمي عند استخدام العداد كعداد تصاعدي بينما يوضح شكل (٣١□٥) مخطط التزامن لهذا العداد. جدول (١٢□٥) يقدم قائمة الإجراءات للعداد.

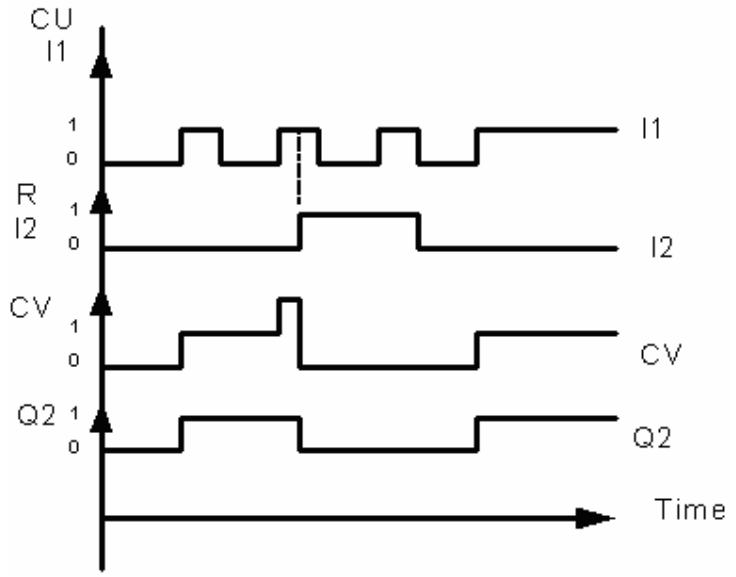


شكل (٣٠□٥)

المخطط السلمي للعداد التصاعدي

A	I١
CU	C٢
NOP	
NOP	
NOP	
A	I٢
R	C٢
NOP	
NOP	
A	C٢
=	Q٢
BE	

جدول (١٢-٥) قائمةالإجراءات للعداد التصاعدي	



شكل (٣١-٥)

المخطط التزامني للعداد التصاعدي

٥ -٥ المقارنات : Comparators

يمكن للـ PLCS المتوسطة والكبيرة إجراء عمليات مقارنة الأرقام بطريقة مشابهة لما يحدث في الحاسبات ، ولكن أي نوع من المقارنات يمكن إجراءه باستخدام PLCS قد نحتاج أن نقارن رقمين أو قد نحتاج أن نقارن عدد متغير مع قيمة ثابتة " قد تحتاج كذلك أن نقارن دخلين متغيرين كل خمسة ثواني ، أو في عملية أكثر تعقيداً ونحتاج لمقارنة رقم قابل للتغير كل فترة مع حدين له حد علوي وحد سفلي، قد يكون أحد هذين الحدين متغيراً أو ربما كلاهما .

فمن المعروف انه يمكن إجراء المقارنة بعدة صور كالآتي :

المقارنة بالتساوي	=
المقارنة بأكبر من	>
المقارنة بأصغر من	<
المقارنة بأكبر من أو يساوي	=>
المقارنة بأصغر من أو يساوي	=<

المقارنة بعدم التساوي ><

كثير من أجهزة PLC لديها القدرة على إجراء وظيفتين للمقارنة المباشرة : يساوي (EQ) وأكبر من أو يساوي (GE) وللحصول على الوظائف الأربع الأخرى لابد من استخدام تركيبات الوظيفتين الأساسيتين (GE , E G) ، وكلما كان جهاز التحكم المبرمج لديه القدرة على إجراء أي من الوظائف الست مباشرة، كلما سهلت عمليات البرمجة، لذلك إذا كانت العمليات الصناعية التي يتم التحكم فيها باستخدام جهاز PLC تعتمد على عمليات المقارنة الست كلما كان لزاماً توفر هذه الخاصية بجهاز PLC عند اختياره .

٥ -٦ وظيفة القفز : THE JUMP RUNCTION

بعض أجهزة التحكم المبرمج لديها المقدرة على التحكم في سريان برنامج التشغيل وذلك من خلال وظيفة القفز ويوجد ثلاث أنواع من عمليات القفز وهي :

١ - عمليات القفز غير المشروطة NON CONDILIONAL JUMP

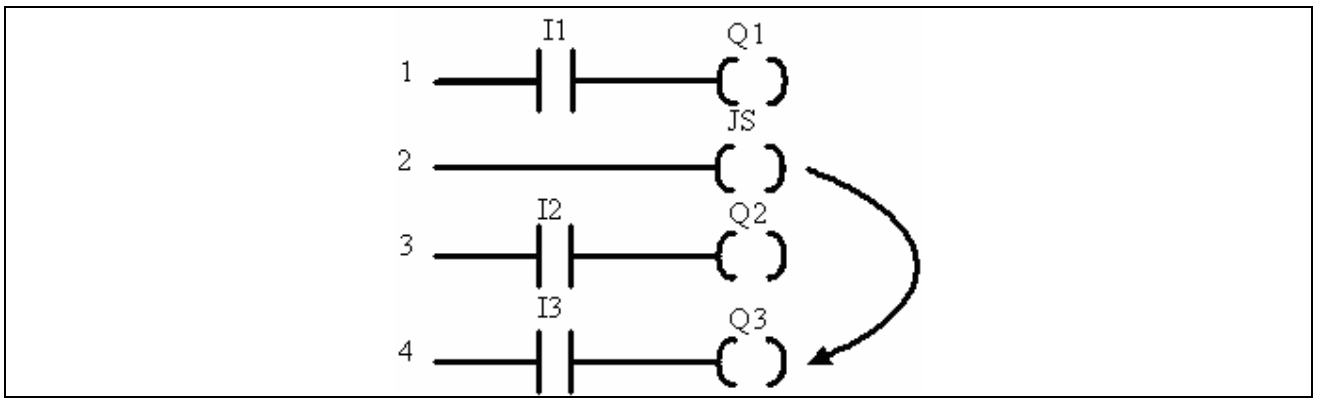
٢ - عمليات القفز المشروطة CONDITONAL JUMP

٣ - عمليات القفز للبرامج الفرعية JUMP TO SUBROUTINE

٥ -٦ -١ عمليات القفز غير المشروطة JS :

وتستخدم هذه العملية عند الرغبة للقفز من خط إلى آخر حيث يتم القفز بمجرد الوصول لخط القفز بدون أي شرط .وشكل (٣٢□٥) يوضح مثال للقفز غير المشروط حيث :

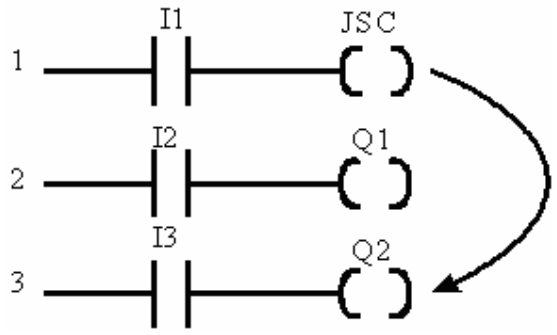
JS هو أمر بالقفز إلى الخط ٤ ثم يكمل ، علماً بأنه حاله Q٢ ستكون صفر حتى ولو وصلت إشارة المدخل I٢ ويرجع ذلك نتيجة القفز



شكل (٣٢□٥)
القفز غير المشروط

٥ -٦ -٢عمليات القفز المشروطة JC :

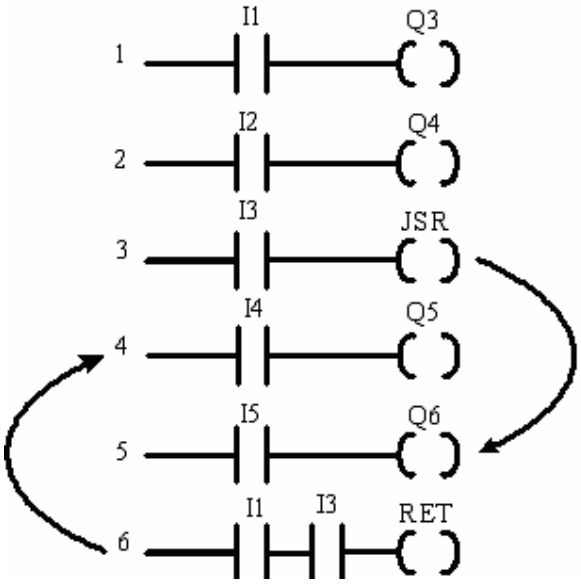
وتستخدم هذه العملية عند تحقق الشرط وما لم يتم الشرط لا تنفذ هذه العملية، وشكل (٥□٣٣) يوضح عملية القفز المشروط حيث يتم القفز عند وصول إشارة١ للمدخل I١ ولو وصلت إشارة ٠ للمدخل I١ لا يحدث قفز .



شكل (٣٣□٥)
القفز المشروط

٥ -٦ -٣عمليات القفز للبرامج الفرعية (القفز مع العودة) :

تستخدم البرامج الفرعية لإجراء حسابات مختلفة أو وظائف معينة وتوضع في آخر البرنامج الرئيسي ويمكن الوصول إليها بأوامر القفز للبرامج الفرعية وبعد أن ينتهي المعالج من تنفيذ البرنامد يعود تلقائياً لتنفيذ الخطوة التالية في البرنامج الرئيسي ، وشكل (٣٤□٥) يوضح مثال على ذلك.



شكل (٣٣-٥)

القفز المشروط

عند وصول إشارة ١ للمدخل I٣ فإن عملية القفز من الخط ٣ إلى الخط ٥ ثم يبدأ المعالج بتنفيذ الخط ٦ وبعد ذلك يعود المعالج لتنفيذ الخط ٤ لوجود الأمر عودة (RET)

أسئلة وتمارين

السؤال الأول:

أ. اذكر أنواع المزمنات واشرح أثنين منها بالتفصيل

ب. اشرح مع التوضيح بالرسم كيفية عمل العداد التنازلي

ت. اكتب قائمة الإجراءات لتشغيل مزمن التشغيل المخزن المتأخر بزمن مقداره "٦ثوانى

ث. اكتب قائمة الإجراءات لتشغيل مزمن الإلغاء المتأخر بزمن مقداره "٦٠ ثانية"

السؤال الثاني

أ - شكل "١" يوضح دائرة التحكم لماكينة في أحد المصانع و المطلوب استخدام دالة الإبقاء والإلغاء لكتابة البرنامج بطريقة:

١ - بطريقة المخطط السلمي ٢ - بطريقة الخريطة الدالية

٣ - بطريقة قائمة الإجراءات

ب - شكل "٢" يوضح دائرة التحكم لماكينة في أحد المصانع و المطلوب استخدام دالة الإبقاء والإلغاء لكتابة البرنامج بطريقة:

١ - بطريقة المخطط السلمي ٢ - بطريقة الخريطة الدالية

٣ - بطريقة قائمة الإجراءات

تقنية التحكم المبرمج

تطبيقات عملية

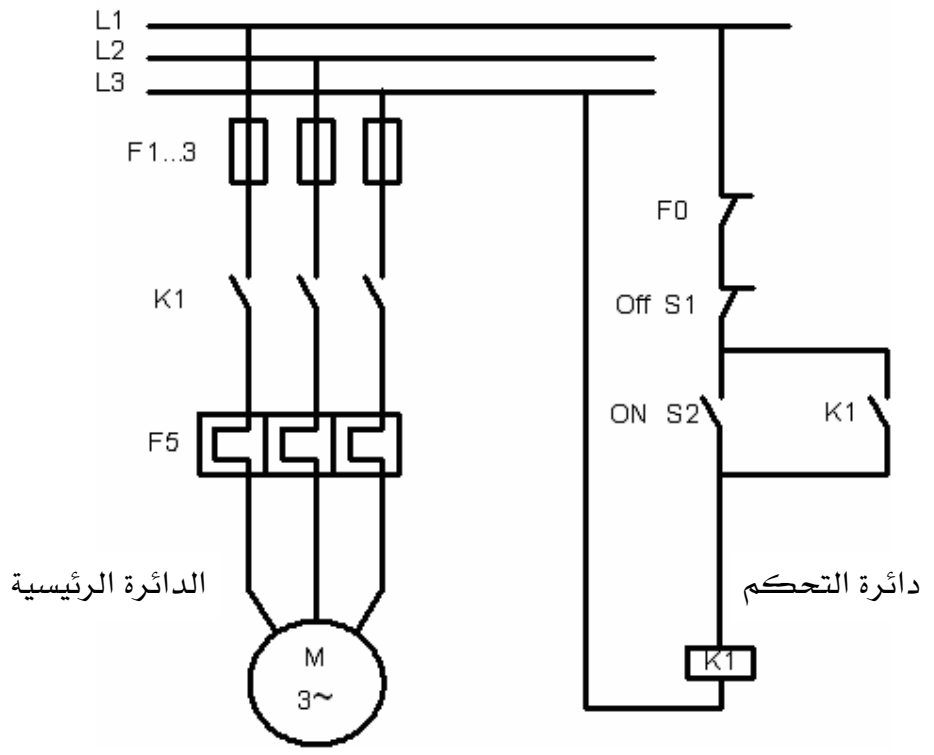
جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

تطبيقات عملية

في الباب السابق تناولنا الدوال الأساسية التي تستخدم في عمليات البرمجة بالإضافة إلى بعض الدوال المساعدة وفي هذا الباب سوف يتم شرح كيفية برمجة أهم عمليات التحكم في المحركات الحثية ثلاثية الأوجه لما لها من انتشار كبير في الصناعة، وبعد شرح تلك العمليات الصناعية سوف يكون المتدرب قادراً على برمجة أي عملية من عمليات التحكم في الآلات الكهربائية بسهولة ويسر.

٦ -١ التحكم في تشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه :

شكل (١-٦) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم بالملامسات لتشغيل وايقاف المحرك الحثي ثلاثي الأوجه، ومن هذه الدائرة يتضح أن تشغيل المحرك M يتم عن طريق الضغط على مفتاح التشغيل S٢ وهو مفتاح ضاغط بينما يتم إيقاف المحرك عن طريق الضغط على مفتاح ضاغط للإيقاف S١ ، وكذلك يقوم المتمم (كونتاكتور) K١ بفصل وتوصيل المحرك مع منبع الجهد الكهربي ويستخدم المتمم الحراري F لحماية المحرك ضد زيادة التيار .



شكل (١-٦)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

قائمة التخصيص :

هذه القائمة مهمة حيث تقوم باستبدال جميع الرموز الكهربائية المتداولة بالدائرة الكهربائية بالرموز والعناوين المستخدمة مع مداخل ومخارج جهاز التحكم المبرمج كما هو موضح بالجدول التالي :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I ١	المتمم الحراري F
I ٢	مفتاح ضاغط الايقاف S١
I٣	مفتاح ضاغط التشغيل S٢
Q١	متمم تشغيل المحرك (كونتاكتور) K١

ملحوظة :

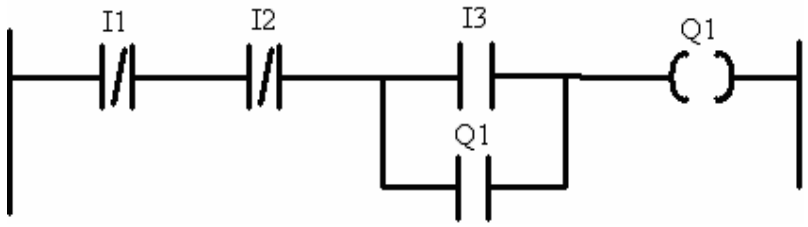
رغم أن أساسيات البرمجة واحدة في جميع أنواع أجهزة التحكم المبرمج إلا أن رموز وعناوين المداخل والمخارج قد تختلف من نوع إلى آخر . وهذه الرموز والعناوين لا تخل بعملية البرمجة إلا أن جهاز التحكم المبرمج لا يتعرف على الرمز غير المعروفه لديه .

وفيما يلي جدول يوضح بعض الاختلافات بين الأنواع المختلفة لأجهزة التحكم المبرمج :

رموز وعناوين	أجهزة التحكم المبرمج المتكاملة	أجهزة التحكم المبرمج ذات المديولات
المداخل (S١, S٢, S٣,)	- I١, I٢, I٣. أو IN١, IN٢, IN٣	-. I ٠,٢ , I ٠,١ أو- IN ٠,٢, IN ٠,١
المخارج (K١, K٢, K٣, .)	- O١, O٢, O٣. أو Q١, Q٢, Q٣	أو O٣,١, O٣,٢, O٣,٣. Q٣,١, Q٣,٢, Q٣,٣
دالة التخزين	M١, M٢, M٣ أو F١, F٢, F٣.	- F ٠,١, F ٠,٠ أو M٠,١, M٠,٠

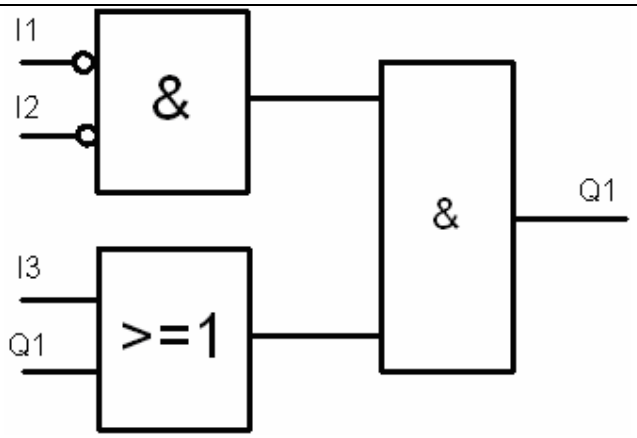
وعلى ذلك فيجب على المتدرب قبل بداية عمليات البرمجة التأكد من رموز وعناوين المداخل والمخارج ودالة التخزين والمؤقتات الزمنية وما شابه بجهاز التحكم المبرمج .

شكل (٢□٦) يعرض المخطط السلمي لكيفية تشغيل المحرك الحثي ثلاثي الأوجه باستخدام جهاز الحاكم المنطقي المبرمج بينما يعرض شكل (٣□٦) البرنامج نفسه بطريقة الخريطة الدالية ويعرض جدول (١□٦) البرنامج بطريقة قائمة الإجراءات



شكل (٢□٦)

المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه



شكل (٣□٦)

الخريطة الدالية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

AN	I١
AN	I٢
A(	
A	I٣
O	Q١
=	Q١

	BE

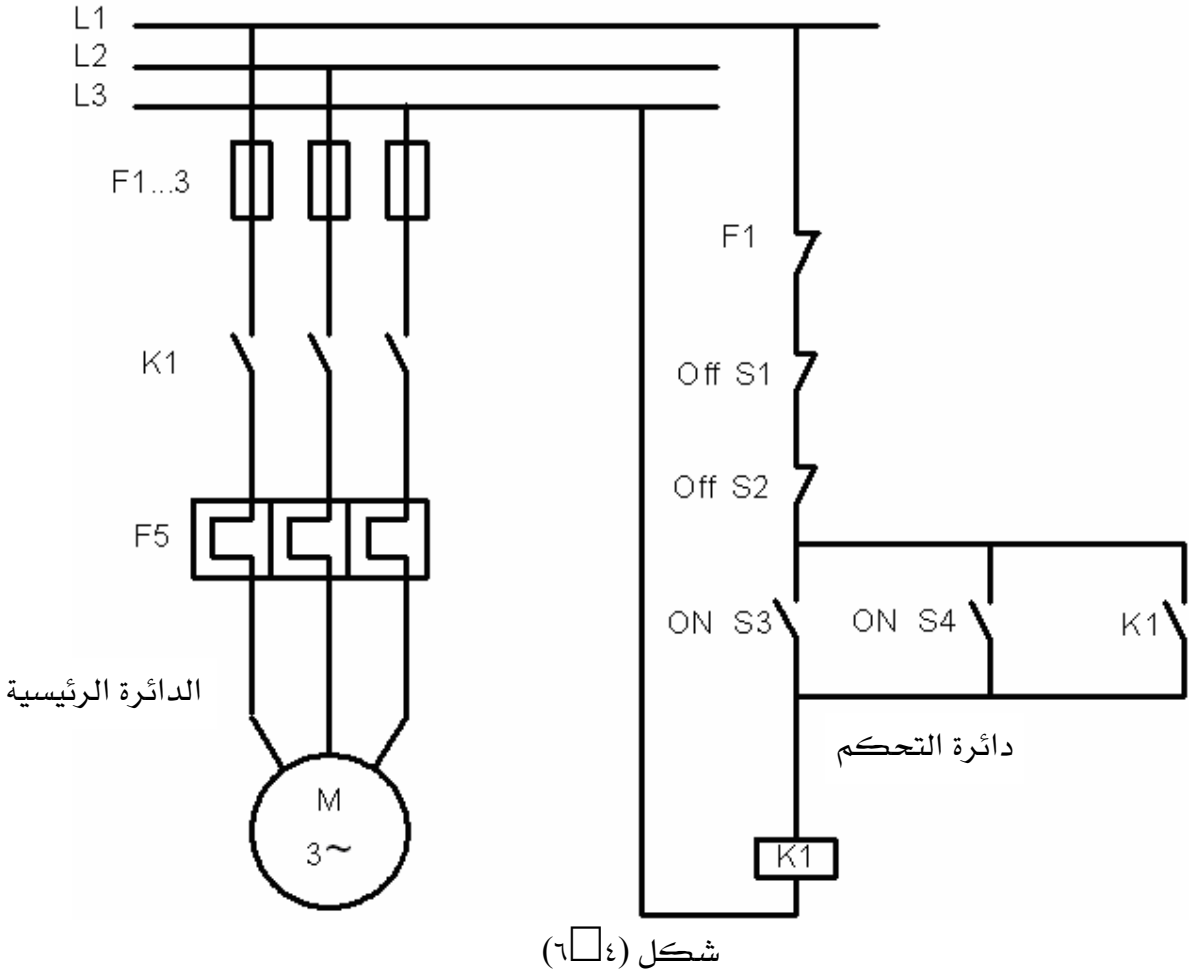
جدول (١-٦)

قائمةالإجراءات لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه

٦ -٢ تشغيل وايقاف محرك من مكانين مختلفين :

قد يستلزم الأمر تشغيل وايقاف المحرك في مكانين مختلفين ولتحقيق ذلك يستخدم مفتاحين ضاغطين للتشغيل S٤ ,S٣ ومفتاحين ضاغطين للإيقاف S٢ , S١ .

شكل (٤-٦) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وايقاف محرك من مكانين مختلفين، بينما يعرض شكل (٥-٦) وشكل (٦-٦) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب. جدول (٢-٦) يقدم قائمة الإجراءات (STL).



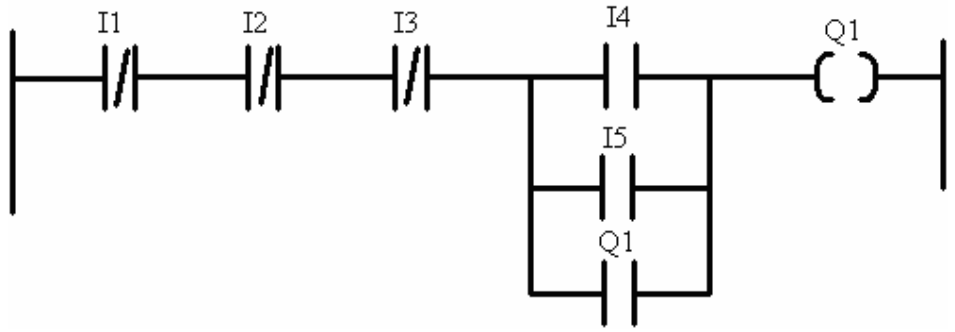
شكل (٤□٦)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

قائمة التخصيص :

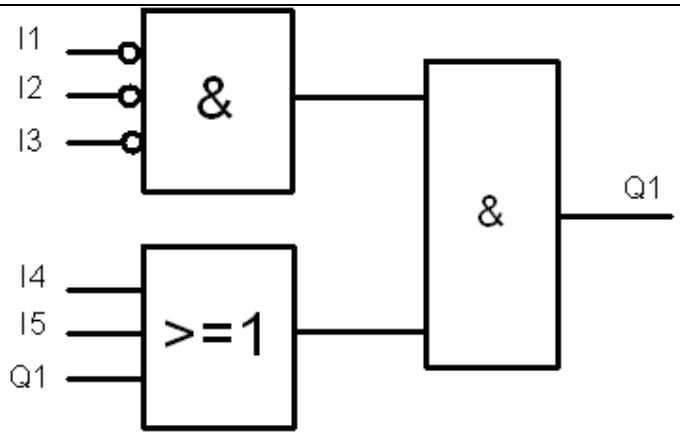
قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I ١	المتمم الحراري F
I ٢	مفتاح ضاغط للايقاف الأول S١
I ٣	مفتاح ضاغط للايقاف الأول S٢
I٤	مفتاح ضاغط للتشغيل الأول S٣
I٥	مفتاح ضاغط للتشغيل الثاني S٤

Q١	متمم تشغيل المحرك (كونتاكتور) K١



شكل (٥-٦)

المخطط السلمي لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين



شكل (٦-٦)

الخريطةالدالية لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

I١	AN
I٢	AN
I٣	AN
	A(
I٤	O
I٥	O
Q١	O
	)
Q١	=
	BE

جدول (٢□٦)

قائمةالإجراءات لتشغيل وإيقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

٦ -٢ عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه :

يتم عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه عن طريق تبديل أي طرفين من أطرافه الثلاثة الموصلة بالمنبع الكهربائي، ويستفاد من المتممات في تنفيذ ذلك، وتوجد طريقتان مختلفتان لعكس حركة المحرك ثلاثي الأوجه وهما :

١ -عكس حركة المحرك بتوقف (عكس حركة بطيء)

٢ -عكس حركة المحرك بدون توقف (عكس حركة سريع)

٦ -٢ -١عكس حركة المحرك بتوقف :

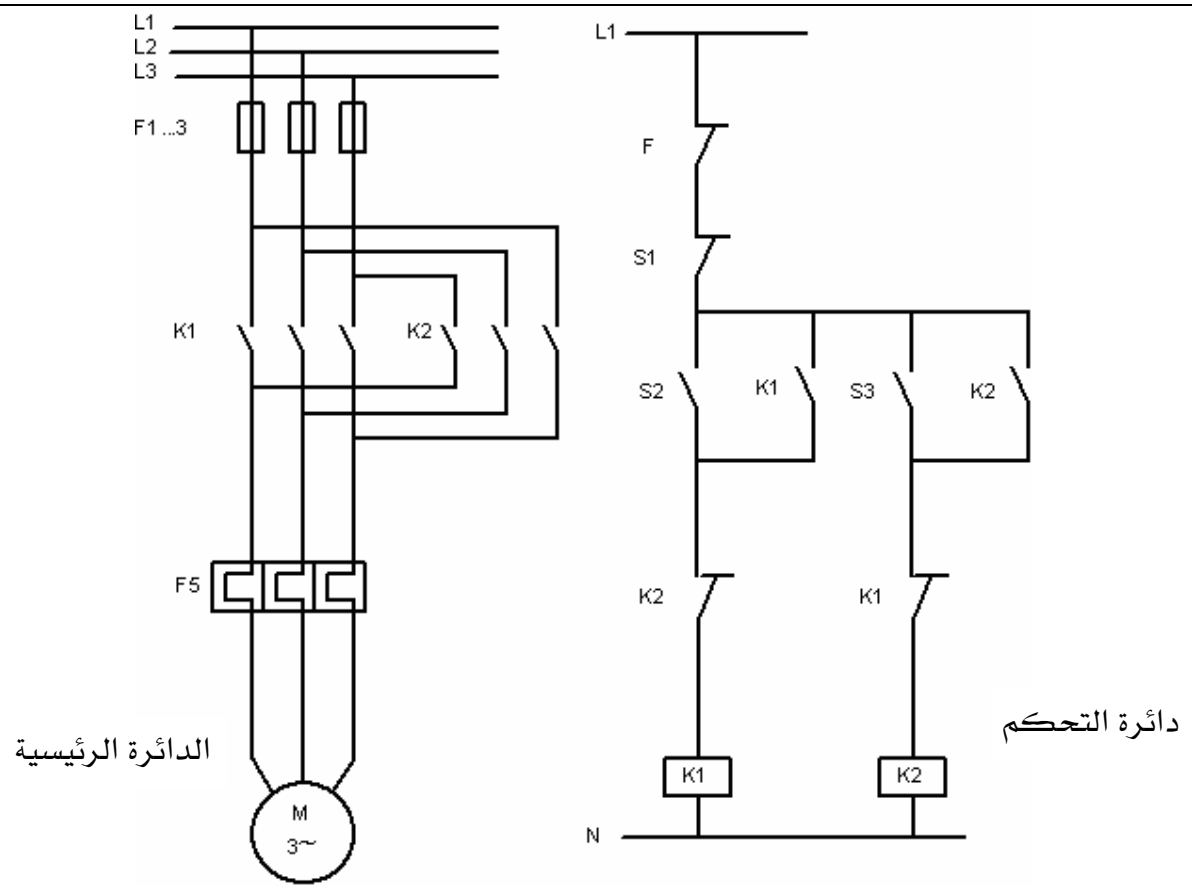
شكل (٧□٦) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه بتوقف، في هذا الشكل يتضح أنه :

١. عند الضغط على الضاغط S٢ تكتمل دائرة متمم التشغيل K١ ويدور المحرك جهة اليمين .

٢. عند الضغط على الضاغط S١ ينقطع مسار التيار ويتوقف المحرك في الحال .

٣. عند الضغط على الضاغط S٣ يكتمل مسار التيار بالمتمم K٢ ويدور المحرك جهة اليسار .

يعرض شكل (٨□٦) وشكل (٩□٦) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب. جدول (٣□٦) يقدم قائمة الإجراءات (STL).

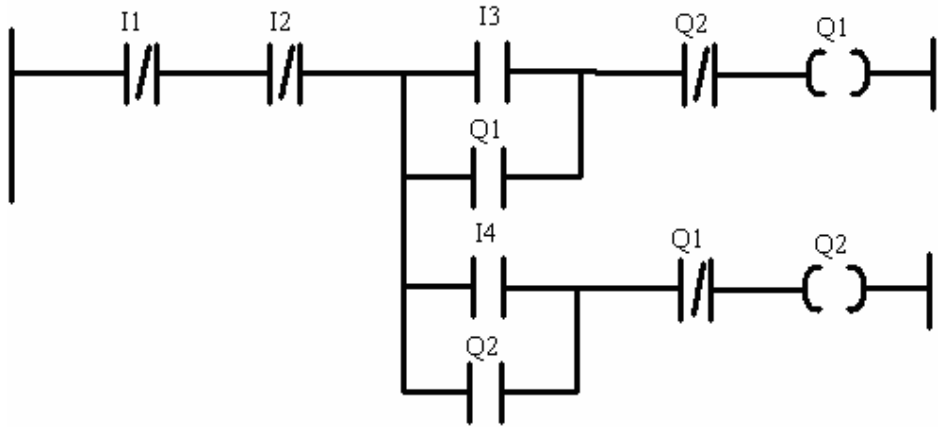


شكل (٧□٦)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

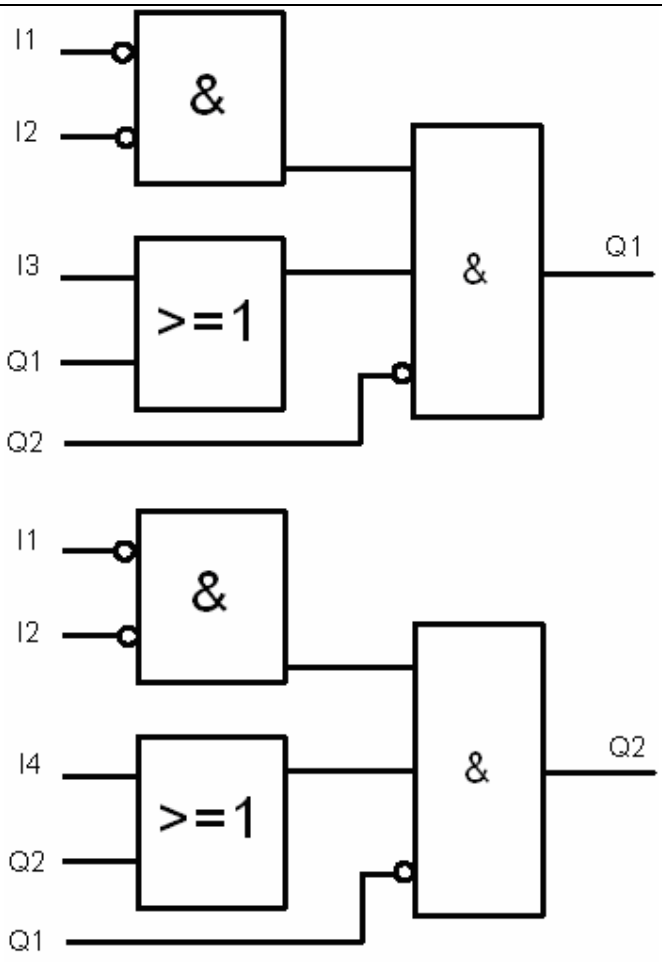
قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I١	المتمم الحراري F
I٢	مفتاح ضاغط للايقاف S١
I٣	مفتاح ضاغط للتشغيل في الاتجاه الأمامي S٢
I٤	مفتاح ضاغط للتشغيل في الاتجاه الخلفي S٣
Q١	متمم تشغيل المحرك في الاتجاه الأمامي K١
Q٢	متمم تشغيل المحرك في الاتجاه الخلفي K٢



شكل (٨-٦)

المخطط السلمي لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف



شكل (٩-٦)

الخريطةالدالية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

I١	AN
I٢	AN
	A(
I٣	O
Q١	O
Q٢	AN
Q١	=
I١	AN
I٢	AN
	A(
I٤	O
Q٢	O
Q١	AN
Q٢	=
	BE

جدول (٣□٦)

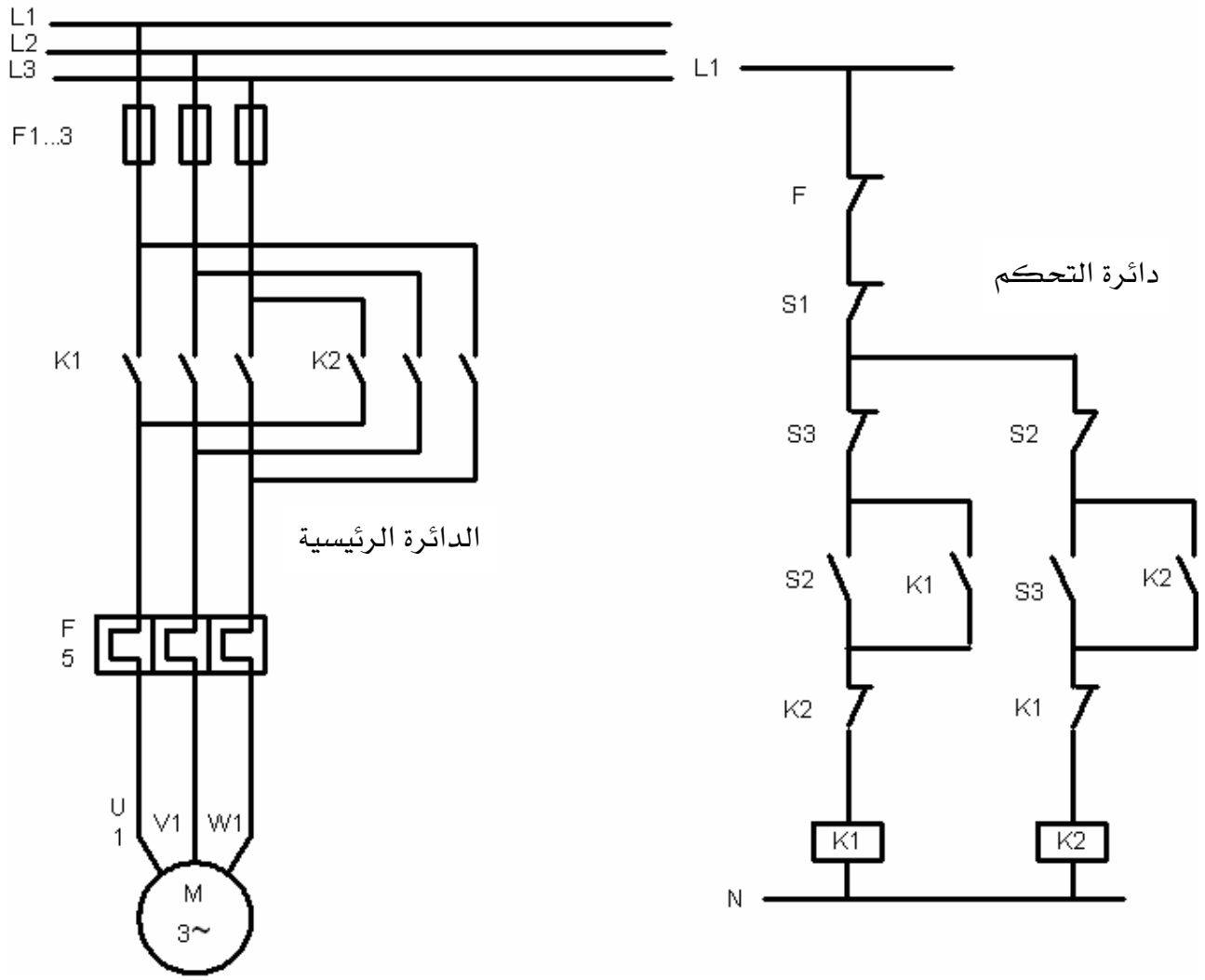
قائمةالإجراءات لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بتوقف

٦ -٢ -٢ عكس حركة المحرك بدون توقف:

شكل (١٠□٦) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه بدون توقف، ويلاحظ أن شكل (١٠□٦) هو نفس شكل (٧□٦) عدا أن الضاغطين S٣ , S٢ لكل منهما ريشه إضافية مغلقة عادة NC ويستفاد من هاتين الريشتين المغلقتين في عكس دوران المحرك بدون توقف فعند الضغط على ضاغط التشغيل في الاتجاه الأمامي S٢ فإن مسار تيار المتمم K١ يكتمل ويدور المحرك جهة اليمين وعند الضغط على ضاغط التشغيل في الاتجاه العكسي S٣ فإن نقط التلامس المغلقة لهذا

الضاغط سوف تصبح مفتوحة وبالتالي ينقطع التيار عن المتمم K١ فيتوقف المحرك ولكن في نفس اللحظة يكتمل مسار المتمم K٢ فيدور المحرك جهة اليسار .

يعرض شكل (١١□٦) وشكل (١٢□٦) المخطط السلمي (LAD) والخريطة الدالية (CSF) على الترتيب. جدول (٤□٦) يقدم قائمة الإجراءات (STL).

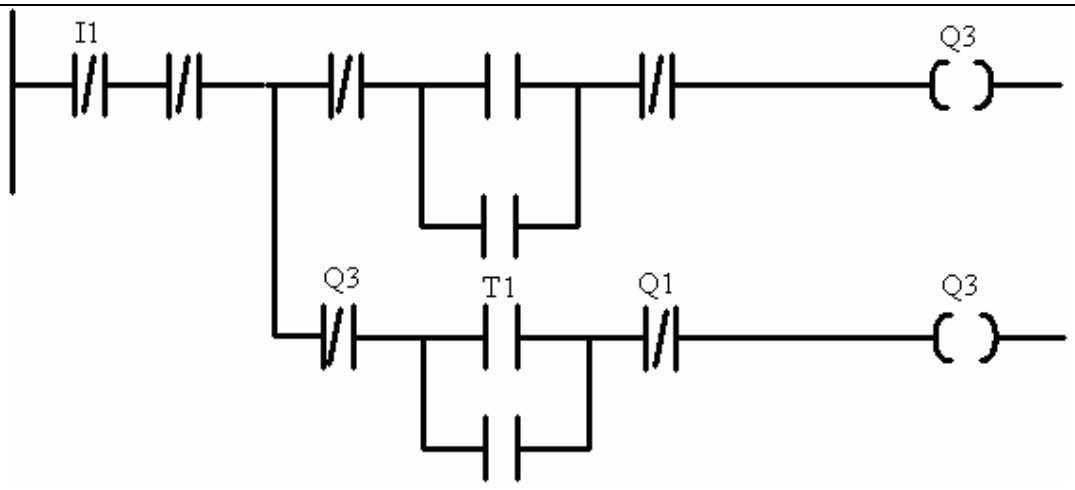


شكل (١٠□٦)

دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

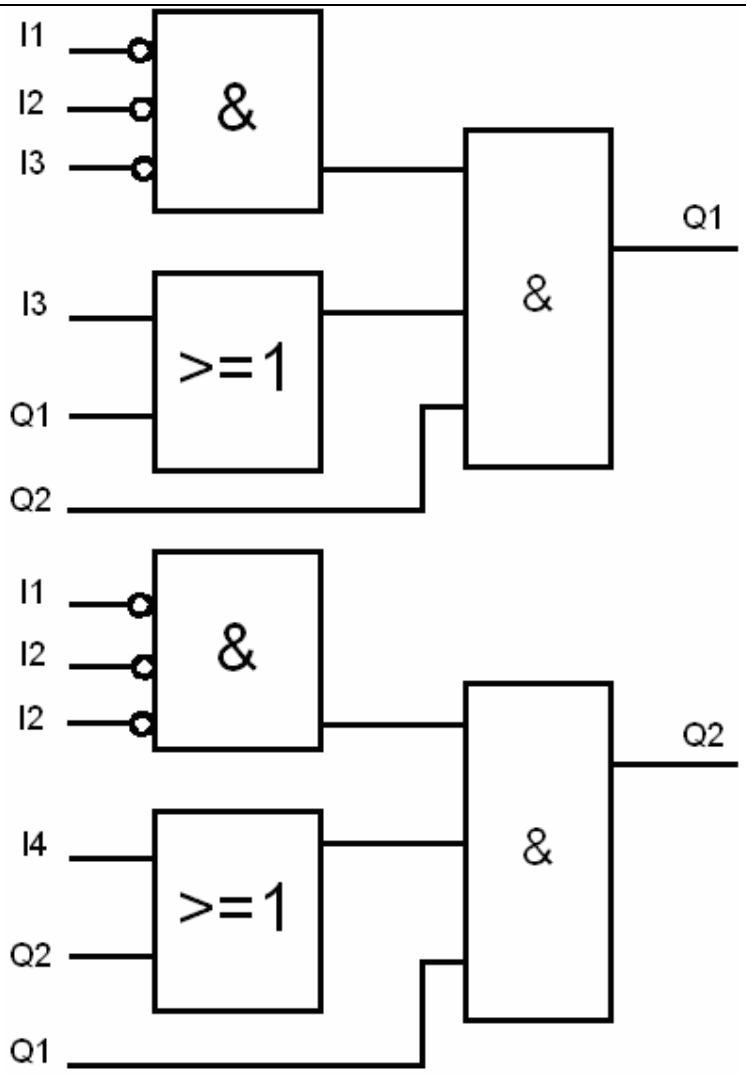
قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I١	المتمم الحراري F
I٢	مفتاح ضاغط للايقاف S١
I٣	مفتاح ضاغط للتشغيل في الاتجاه الأمامي S٢
I٤	مفتاح ضاغط للتشغيل في الاتجاه الخلفي S٣
Q١	متمم تشغيل المحرك في الاتجاه الأمامي K١
Q٢	متمم تشغيل المحرك في الاتجاه الخلفي K٢



شكل (١١-٦)

المخطط السلمي لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف



شكل (١٢-٦)

الخريطةالدالية لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

I١	AN
I٢	AN
I٤	AN
	A(
I٣	O
Q١	O
	)
Q٢	AN
Q١	=
I١	AN
I٢	AN
I٣	AN
	A(
I٤	O
Q٢	O
	)
Q١	AN
Q٢	=
	BE

جدول (٤□٦)

قائمةالإجراءات لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون توقف

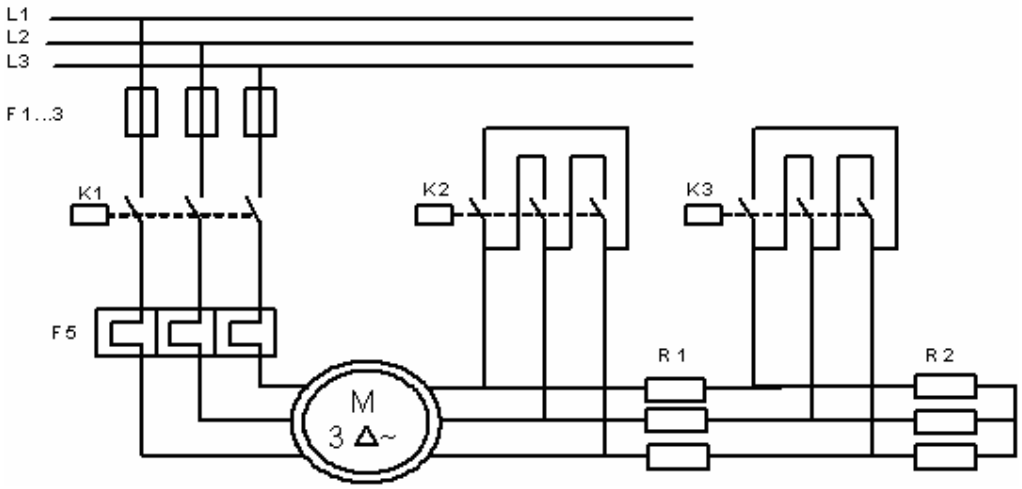
٦ -٣ تشغيل محرك ثلاثي الأوجه ذو حلقات انزلاق باستخدام ملفات البدء :

المحركات ثلاثية الأوجه ذو حلقات بالانزلاق تبدأ حركتها بتوصيل مجموعة من مقاومات البدء مع العضو الدوار ثم تفصل المقاومات تدريجياً حتى تخرج تماماً من الدائرة وذلك عند وصول السرعة إلى ٨٠٪ من السرعة المقننةللمحرك.

شكل (١٣□٦) يبين الدائرة الرئيسية لمحرك ثلاثي الأوجه يبدأ حركته بمقاومات بدء مع العضو الدوار، بينما يعرض شكل (١٤□٦) دائرة التحكم.

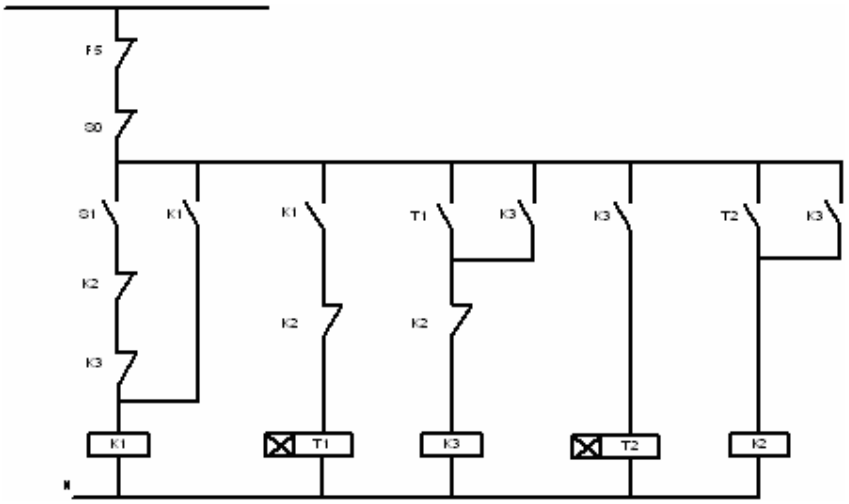
من هذا الشكل يتضح أنه بالضغط على المفتاح الضاغط S٢ يكتمل مسار المتمم K١ فيبدأ المحرك حركته في ظل وجود المقاومات R١ , R٢ المتصلة على التوالي مع ملفات العضو الدوار مما يساعد على تقليل تيار البدء، وفي نفس اللحظة يكتمل مسار المؤقت الزمني T١ بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت T١ يكتمل مسار المتمم M٣ فتخرج المقاومة R٢ من دائرة العضو الدوار .

أيضاً يقوم المؤقت T١ بتفصيل المتمم M٣ فيكتمل مسار التيار بالمؤقت الزمني T٢ وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت يكتمل مسار المتمم M٢ فتخرج المقاومة R١ من دائرة العضو الدوار ، وبالتالي تقصر ملفات العضو الدوار على نفسها ،في نفس اللحظة تفتح فقط التلامس المغلقة الخاصة بالمتمم M٢ فينقطع مسار التيار عن محل من T١ , K٣ , T٢ ويبقى الوضع كما هو حتى يتم إيقاف المحرك .



شكل (١٣-٦)

الدائرة الرئيسية لكيفية بدء محرك ذو حلقات انزلاق باستخدام مقاومات بدء



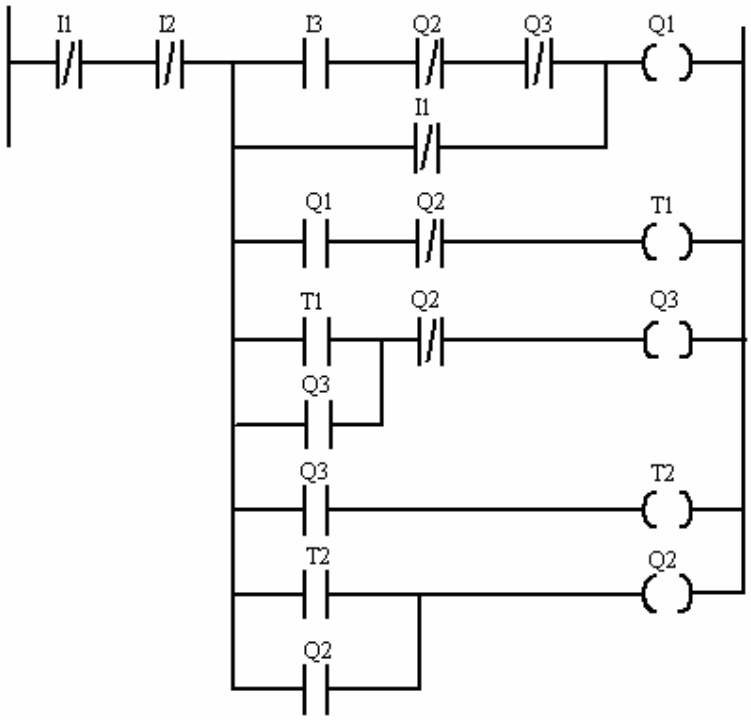
شكل (١٤-٦)

دائرة التحكم لكيفية بدء محرك ذو حلقات انزلاق باستخدام مقاومات بدء

يعرض شكل (١٥-٦) المخطط السلمي (LAD) بينما يقدم. جدول (٥-٦) قائمة الإجراءات (STL).

قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I١	المتمم الحراري F
I٢	مفتاح ضاغط للايقاف S١
I٣	مفتاح ضاغط للتشغيل S٢
Q١	متمم تشغيل المحرك K١
Q١	متمم فصل المقاومة (R١) K١
Q٢	متمم فصل المقاومة (R٢) K٢
T١, T٢	المزمنات T١, T٢



شكل (١٥-٦)

المخطط السلمي لعملية بدء محرك ذو حلقات انزلاق باستخدام مقاومات بدء

I١	AN
I٢	AN
M١	=
	A(
	O(
I٣	A
Q٢	AN
Q٣	AN
Q١	O
Q١	=
M١	A
Q١	A
Q٢	AN
T١(٥٠)	=
M١	A
	A(
T١	O
Q٣	O
Q٢	AN
Q٣	=
M١	A
Q٣	A
T٢(٥٠)	=
M١	A
	A(
T٢	O
Q٢	O
Q٢	=
	BE

جدول (٥□٦)

قائمةالإجراءات لبدء محرك ذو حلقات انزلاق باستخدام مقاومات بدء

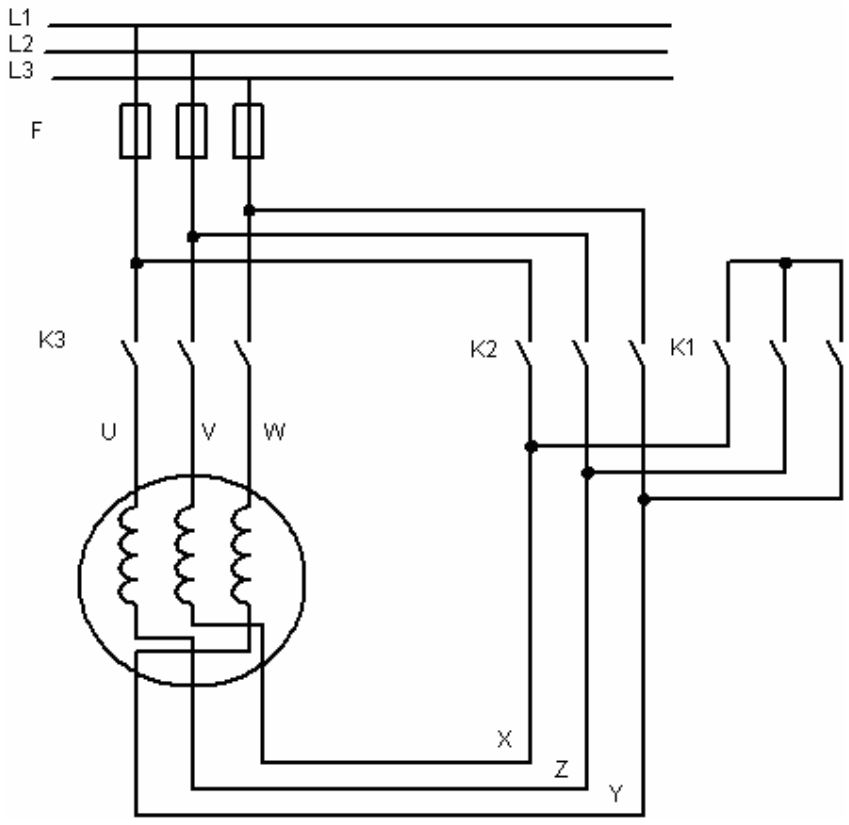
٦ -٤ تشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا :

يستخدم مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة محرك ثلاثي الأوجه حيث يبدأ المحرك بتوصيل ملفاته على شكل نجمه حتى يقل تيار البدء إلى الثلث فيما لو كان البدء مباشر

الشكل (١٦□٦) يبين الدائرة الرئيسية بينما يعرض الشكل (١٧□٦) دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا .

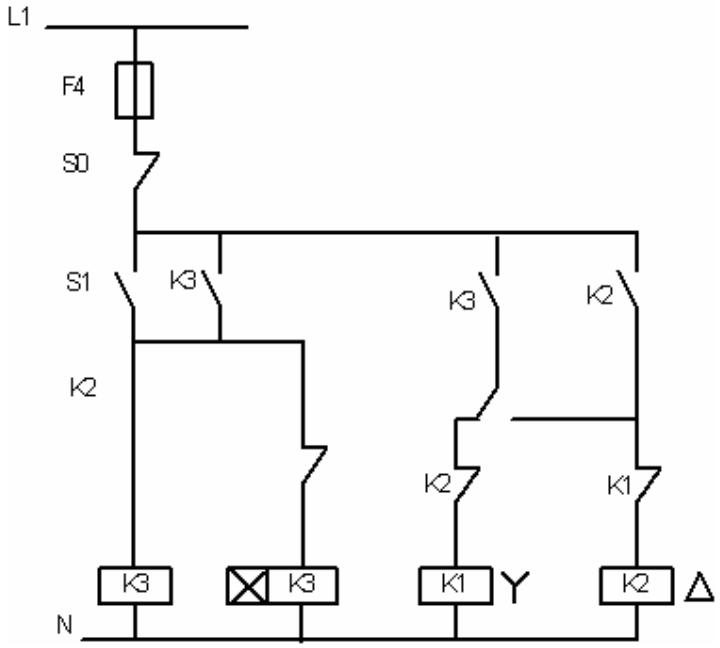
في هذا الشكل يتضح أنه :

١. بالضغط على المفتاح الضاغط S٢ يكتمل مسار المتمم K٣ وفي نفس الوقت :
   - يكمل مسار المؤقت الزمني T١
   - يغلق الفرع الثالث ليفعل المتمم K١ موصلاً المحرك نجمة
٢. بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت T١ يكتمل مسار بالمتمم R٢ موصلاً المحرك توصيلة دلتا ويظل كذلك حتى يتم إيقاف المحرك .



شكل (١٦□٦)

الدائرة الرئيسية لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا



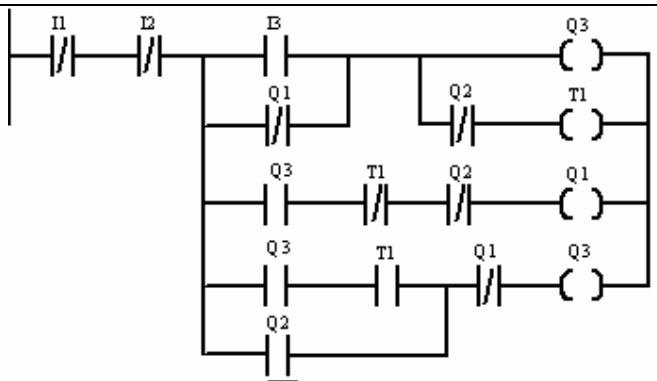
شكل (١٧-٦)

دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

يعرض شكل (١٥-٦) المخطط السلمي (LAD) بينما يقدم. جدول (٥-٦) قائمة الإجراءات (STL).

قائمة التخصيص :

قائمة التخصيص	
الرمز المناظر بجهاز التحكم المبرمج	الرمز الكهربائي المستخدم
I١	المتمم الحراري F
I٢	مفتاح ضاغط للايقاف S١
I٣	مفتاح ضاغط للتشغيل S٢
Q١	متمم تشغيل المحرك نجمة K١
Q١	متمم تشغيل المحرك دلتا K٢
Q٢	متمم توصيل المحرك K٢
T١	المزمن T١



شكل (١٧-٦)

المخطط السلمي لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

AN	I١
AN	I٢
=	M١
O	I٣
O	Q١
=	M٢
A	M١
A	M٢
=	Q٣
A	M١
A	M٢
AN	Q٢
A	M١
A	Q٣
AN	T١
AN	Q٢
=	Q١
O	Q٢
O(	
A	Q٣
A	T١
=	M٣
A	M٣
AN	Q١
=	Q٢
BE	

جدول (٦-٦) قائمةالإجراءات لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا

- Programmable Logic Controllers, J. W. Wabb and R. A. Reis, ١٩٩٤
- Programmable Logic Controllers, C.Simpson, ١٩٩٣
- Programmable Logic Controllers and their Engineering Applicatios, A. Crispin, ١٩٩٠
- The PLC workbook, Clement Jewery, ١٩٩٣
- أجهزة تحكم قابلة للبرمجة للمهندس عيد شحاذة هلالة – سلسلة الرضا للمعلومات .

الوحدة الأولى : نظم الأعداد ٢

١ -١ النظام العشري ٢

١ -٢ النظام الثنائي ٣

١ -٢ -١ تحويل الأعداد الثنائية إلى أعداد عشرية ٣

١ -٢ -٢ تحويل الأعداد العشرية إلى أعداد ثنائية ٤

١ -٣ النظام السداسي عشر ٥

١ -٣ -١ تحويل من النظام الثنائي إلى السداسي عشر ٦

١ -٣ -٢ تحويل من النظام العشري إلى السداسي عشر ٧

أسئلة وتمارين ٩

الوحدة الثانية : الدوائر المنطقية ٩

٢ -١ البوابات الأساسية ١٠

٢ -١ -١ البوابة المنطقية " و" ١٠

٢ -١ -٢ البوابة المنطقية " أو" ١٣

٢ -١ -٣ بوابة النفي أو البوابة المعاكسة ١٥

٢ -٢ البوابات المنطقية الأخري ١٦

٢ -٢ -١ البوابة المنطقية نفي الوصل " نفي و " ١٦

٢ -٢ -١ البوابة المنطقية " نفي أو " ١٧

٢ -٢ -٣ بوابة نفي النفي (الإثبات) ١٨

٢ -٣ -٤ بوابة عدم التطابق ١٩

٢ -٢ -٥ بوابة التطابق ٢٠

٢ -٢ تجميع البوابات المنطقية الأخري ٢١

أسئلة وتمارين ٢٧

الوحدة الثالثة : مكونات الحاكم المنطقي المبرمج وأساسيات تشغيله ٣١
٣ -١ ما الحاكم المنطقي المبرمج؟ ٣١
٣ -٢ أهمية استخدام الحاكم المنطقي المبرمج في الصناعة ٣١
٣ -٣ مكونات الحاكم المنطقي المبرمج ٣٣
٣ -٣ -١ مصدر التغذية ٣٥
٣ -٣ -٢ وحدة الإدخال / الإخراج " ٣٥
٣ -٣ -٣ وحدة التحكم المركزية ٣٥
٣ -٣ -٤ جهاز البرمجة ٣٦
٣ -٤ دوائر التحكم التقليدية ٣٦
أسئلة وتمارين ٤٠

الوحدة الرابعة : برمجة الحاكم المنطقي المبرمج ٤٢
٤ -١ البرمجة بطريقة المخطط السلمي ٤٣
٤ -٢ البرمجة بطريقة الخريطة الدالية ٤٦
٤ -٣ البرمجة بطريقة قائمة الإجراءات ٥٢
تمارين ٥٦

الوحدة الخامسة : الدوال الأساسية والدوال المساعدة ٥٩
٥ -١ دالة التخزين ٥٩
٥ -٢ دالة الإبقاء والإلغاء ٦٦
٥ -٣ المزمنات ٦٧
٥ -٣ -١ المزمن النبضي ٦٩
٥ -٣ -٢ المزمن النبضي الممتد ٧٠
٥ -٣ -٣ مزمن التشغيل المتأخر ٧٠
٥ -٣ -٤ مزمن التشغيل المخزن المتأخر ٧١
٥ -٣ -٤ مزمن الإلغاء المتأخر ٧٢

٥ -٤ العـدادات ٧٣
٥ -٤ -١ استخدام العداد كعداد تنازلي ٧٤
٥ -٤ -٢ استخدام العداد كعداد تصاعدي ٧٥
٥ -٥ المقارنات ٧٦
٥ -٦ وظيفة القفز ٧٦
٥ -٦ -١ عمليات القفز غير المشروطة ٧٧
٥ -٦ -٢عمليات القفز المشروطة ٧٧
٥ -٦ -٣عمليات القفز للبرامج الفرعية ٧٨
أسئلة وتمارين ٧٩

الوحدة السادسة : تطبيقات عملية ٨٠
٦ -١ التحكم في تشغيل وايقاف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٨٠
٦ -٢ تشغيل وايقاف محرك من مكانين مختلفين ٨٣
٦ -٢ عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه ٨٥
٦ -٢ -١ عكس حركة المحرك بتوقف ٨٥
٦ -٢ -٢ عكس حركة المحرك بدون توقف ٨٨
٦ -٣ تشغيل محرك ثلاثي الأوجه ذو حلقات انزلاق باستخدام ملفات البدء ٩٢
٦ -٤ تشغيل المحرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح نجمة / دلتا ٩٦
المراجع ٩٩

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS