الحقيبة التدريبية المهنية

مهندس التحكم الآلى

Automatic Control Engineer

إعداد

مهندس/ أيمن مصطفى النقيب

مهن مصر .....حقائب تدريبية متكاملة

من خلال الخبرة العلمية والعملية للقائمين على إدارة مشروع مهن مصر في مجال التدريب والتأهيل وبعد مسح شامل لسوق العمل وتحديد احتياجاته الفعلية والمستقبلية؛ وجدنا أن واقع التدريب في وطننا العربي يعتمد في حالات كثيرة علي قوالب جاهزة لبرامج تدريبية متكررة ذات عناوين براقة يشارك فيها المتدربين من غير تدقيق في مدى حاجتهم الوظيفية للمعلومات والمهارات والخبرات التي سيكتسبونها من خلال البرنامج التدريبي، وكثيراً ما تكون الأسباب التي أدت إلي اشتراك المتدرب في البرنامج التدريبي ليست لها صلة بما يحتاجه من مهارات ومعلومات تساعده علي تأدية مهام وواجبات الوظيفة التي يسعي أن يشغلها.

لذلك قام خبراء واستشاريين مهن مصر بتصميم وإعداد حقائب تدريبية متكاملة، من حيث المحتوى العلمي والتدريب العملي ودراسة ما هو جديد في مجال التخصص، والتعرف على واجبات والتزامات كل مهنة، وأخلاقيات العمل بشكل عام، بهدف إكساب المتدربين مهارات جديدة ومتخصصة أبعد وأعمق من المهارات التقليدية المكتسبة عن طريق التدريب التقليدي.

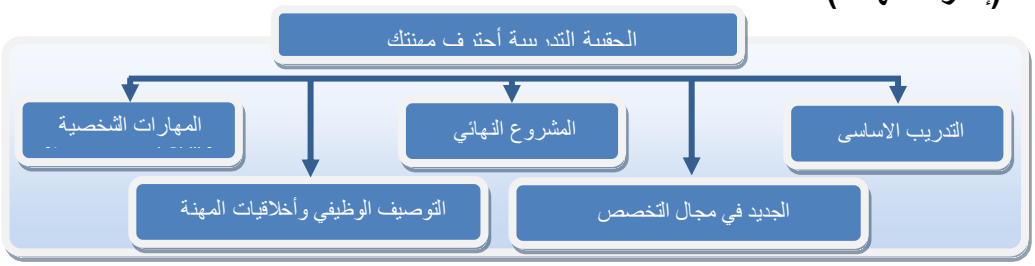
و تنقسم هذه الحقائب إلى نوعين: حقائب إحتـرف مهنتك ..... حقيبة إبدأ مشروعك

أولاً: الحقائب التدريبية الخاصة بـ(إحترف مهنتك)

الآن يمكنك تحديد المهنة التي تريد احترافها وسنُوفر لك حقيبة تدريبية متكاملة، ستُزودك بالمعرفة وستُكسبك الخبرة العملية والمهنية التي تحتاجها لتكون مستعداً وواثقاً من أنك الأفضل.

➢ مكونات الحقيبة التدريبية لـ (إحترف مهنتك)

تم وضع منهجية و هيكل تصميمي موحد لجميع الحقائب التدريبية إحترف مهنتك، بحيث يكون لكل مهنة حقيبة تدريبية تتكون من خمسة أجزاء أساسية كالتالي:

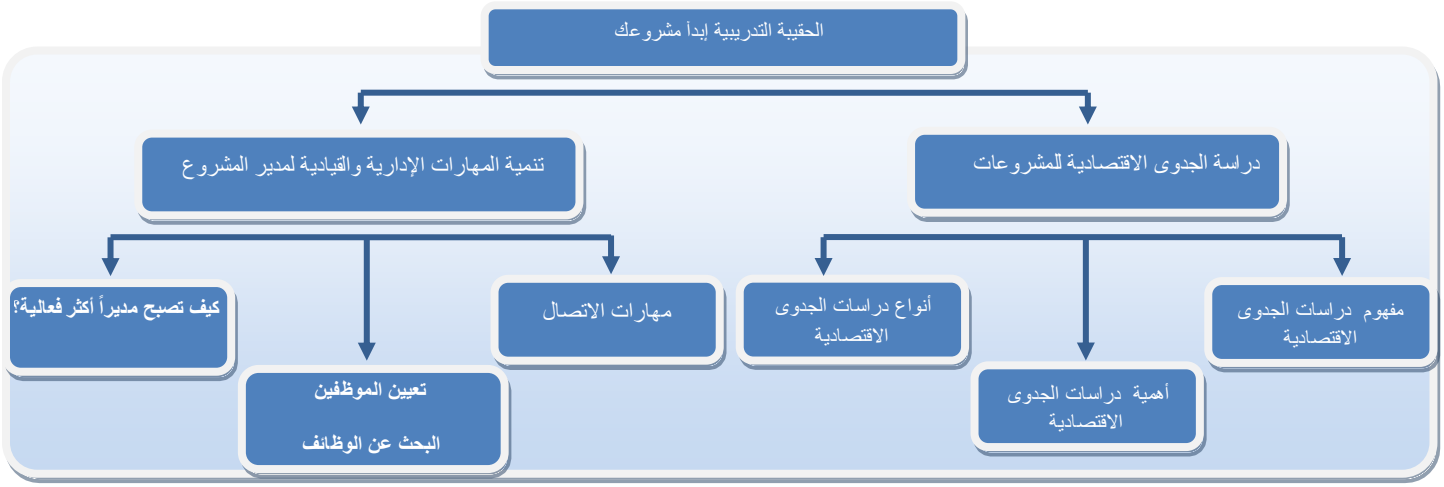


ثانياً: الحقائب التدريبية الخاصة بـ (إبدأ مشروعك)

الآن يمكن لكل مبادر يمتلك ثقافة العمل الحر أن يتخذ القرارات الاستثمارية الصحيحة، وذلك من خلال حقيبة تدريبية متكاملة، ستُزودك بالمهارات والأدوات التي تحتاجها لكي تبدأ/تطور مشروعك وتكون نموذجاً لرجل الأعمال الناجح وذلك من خلال حقيبة تدريبية متكاملة تنفذ بالتعاون مع مؤسسة التمويل الدولية أحدى مجموعة البنك الدولي- مشروع التدريب العالمي(بيزنس إيدج).

➢ مكونات الحقيبة التدريبية لإبدأ مشروعك:

تم وضع منهجية وهيكل تصميمي موحد لحقيبة إبدأ مشروعك، تتكون من ثلاثة أجزاء كالتالي:



MehanMisr 2009 ©

مميزات الحقائب التدريبية

◄ منهجية التدريب (حقائب تدريبية متكاملة)

من حيث المحتوى العلمي والتدريب العملي ودراسة كل ما هو جديد، والتعرف على واجبات والتزامات كل مهنة، وأخلاقيات العمل بشكل عام تحت إشراف ومتابعة من جهات تدريبية معتمدة.

◄ مدربين معتمدين

مجموعة من المحاضرين والمدربين ذوي خبرات وكفاءات مهنية وعملية في مجال التدريب.

◄ شهادة خبـــرة

يتم منح كل متدرب التزم بقواعد وواجبات مهن مصر شهادة إتمام التدريب وتقرير فني (شهادة خبرة)، يوضح قدرات ومهارات الخريج والمهام التي يستطيع انجازها بكفاءة واقتدار في نطاق الوظيفة المحددة.

◄ قاعات ومعامل تدريب

جميع القاعات والمعامل المشاركة في **مهن مصر** معدة ومجهزة بأحدث وسائل التدريب.

◄ المتابعة والتقييم

تتم عملية المتابعة والتقييم بشكل دوري وفقاً لمنهج علمي وذلك لضمان جودة ونجاح التدريب.

◄ الدعـــــم المـادي

تقدم **مهن مصر** حقائبها التدريبية بدعم كبير للمتدربين المستفيدين من الحقائب التدريبية يصل إلى 70% للأفراد والشركات.

◄ التدريب الوظيفي

تقوم **مهن مصر** بانتقاء أفضل المتدربين المشاركين وتقوم بإلحاقهم بالتدريب الوظيفي (OJT) في الشركات والمؤسسات المبادرة والمشاركة.

◄ معرض الوظائف

سيتم إقامة معرض وظائف **مهن مصر** (Job Fair) بشكل دوري لضمان مشاركة الجميع.

◄ فـرص عـمـــل

إمكانية توفير فرص عمل للخريجين من خلال الشركات المبادرة ، ومعرض وظائف **مهن مصر** (Job Fair)، وأيضا من خلال الموقع الالكتروني www.mehanmisr.com.

دليل مهن مصر

الحقائب التدريبية (إحترف مهنتك)

مهن نظم المعلومات	
أخصائي صيانة ودعم فني Technical Support	1
أخصائي صيانة وإدارة شبكات Network Administrator	2
أخصائي تصميم وتطوير قواعد البيانات Database Developer (Oracle)	3
أخصائي إدارة قواعد البيانات Database Administrator [Oracle]	4
أخصائي إدارة قواعد البيانات Database Administrator [MS SQL server]	5
مبرمج باستخدام لغة البرمجة Software Developer [C#]	6
مبرمج باستخدام لغة البرمجة Software Developer [JAVA]	7
مبرمج باستخدام لغة البرمجة Software Developer [VB.NET]	8
مبرمج باستخدام لغة البرمجة Software Developer [ASP.NET]	9
مهن الدعاية والإعلان	
مصمم مواقع إنترنت Web Designer	1
مطور مواقع انترنت Web Developer	2
مصمم دعاية وإعلان Graphic Designer	3
مصمم دعاية وإعلان ورسوم متحركة Multimedia Designer	4

مهن إدارة الأعمال	
أخصائي مبيعات أدوية Medical Sales Specialist	1
أخصائي إدارة مستشفيات Hospitals Management Specialist	2
مساعد إداري (سكرتارية تنفيذية) Administrative Assistant (Executive Secretary)	3
أخصائي مشتريات Procurement Specialist	4
أخصائي مخازن Warehouse Specialist	5
أخصائي علاقات عامة Customer Service Specialist	6
موظفي مكاتب أمامية (فنادق) Hotels Front Desk Specialist	7
مدير مبيعات Sales Manager	8
أخصائي مبيعات Sales Specialist	9
مدير لوجستيات Logistics Manager	10
مدير استيراد وتصدير Import And Export Manager	11
مدير موارد بشرية Human Resources Manager	12
أخصائي موارد بشرية Human Resources Specialist	13
أخصائي تسويق سياحي وفندقي Hotel and Tourism Marketing Specialist	14

MehanMisr 2009 ©

مهن الهندسة والصناعة	
1	مهندس مساح Survey Engineer
2	مهندس تكاليف Cost Engineer
3	مهندس امن وسلامة وبيئة Health, Safety and Environment Engineer (HSE)
4	مهندس رقابة جودة Quality Control Engineer
5	مهندس توكيد جودة Quality Assurance Engineer
6	مهندس اتصالات Communications Engineer
7	مهندس تحكم آلي Automatic Control Engineer

15	مدير تسويق Marketing Manager
16	أخصائي تسويق Marketing Specialist
17	مدير مشروعات Project Manager
مهن الحسابات والمراجعة	
1	محاسب تكاليف Cost Accountant
2	محاسب مالي Financial Accountant
3	مراجع ضرائب Tax Auditor

مهن اجتماعية وتربوية	
1	أخصائي تنمية اجتماعية Social Development Specialist
2	أخصائي صعوبات تعلم Learning Difficulties Specialist
3	أخصائي رياض أطفال Kindergarten Specialist
مهن النقل البحري	
1	أخصائي لوجستيات تخزين بضائع وحاويات FCL/LCL Cargo And Containers Logistics Specialist

مهن التجارة الالكترونية	
1	أخصائي تصدير واستيراد إلكتروني E- Export Import Specialist (EIS)
2	أخصائي تسويق الكتروني E - Marketing Specialist
3	أخصائي تجارة الكترونية E - Commerce Specialist
4	أخصائيSEO SEO Specialist
5	أخصائي دعاية وإعلان إلكتروني E- Advertising And Promotion Specialist

MehanMisr 2009 ©

2	أخصائي لوجستيات شحن وتفريغ Loading and Unloading Logistics Specialist
3	أخصائي لوجستيات توكيلات ملاحية (صادر - وارد) Shipping Agencies Specialist
4	أخصائي لوجستيات تصدير واستيراد وإدارة صفقات تجارية Commercial Transactions Management Specialist
5	أخصائي نظم وإجراءات جمركية Customs Procedures Specialist

6	أخصائي تسويق عقاري إلكتروني E- Real Estate Marketing Specialist
7	أخصائي تسويق سياحي إلكتروني E- Tourism marketing specialist
8	أخصائي تسويق كتب إلكترونية E-Books Marketing Specialist
9	أخصائي تعليم عن بُعد Distance Learning Specialist

للمزيد من المعلومات والمهن عبر الموقع الالكتروني
www.mehanmisr.com

مهن مصر
رخصتك لمزاولة مهنتك

الحقيبة التدريبية المهنية

مهندس التحكم الآلى

Automatic Control Engineer

Basic Control Circuits

إعداد

مهندس/ أيمن مصطفى النقيب

بسم الله الرحمن الرحيم

دوائر التحكم الآلي الأولية

مقدمة :

بعد أن تعرفنا على مكونات دوائر التحكم التقليدي فالخطوة الثانية هي ان نجمع هذه المكونات معا لنصنع بهم دائرة تحكم كهربية. و سوف نستعرض فيما يلي – إن شاء الله – دوائر التحكم الاولية Basic Control Circuits و هي مجموعة أساسية من الدوائر تبيين أداء عناصر التحكم و توظفها معا. و هذه الدوائر لم يقصد بها ان تكون دوائر تطبيقية مفيدة (سيتم شرح الدوائر التطبيقية في المستوى الثاني) و إنما هي وحدات بنائية تحتوي على أهم الأفكار التي ستستخدم بعد ذلك لبناء الدوائر التطبيقية الفعلية. و على ذلك ففهم هذه الدوائر بشكل جيد هو الأساس لفهم أي دائرة تحكم بعد ذلك. و إذا كنا قلنا أن عناصر التحكم هي مثل الحروف فهذه الدوائر هي بمثابة الكلمات التي تتكون من الحروف و لا يبقى بعد ذلك إلا جمع هذه الكلمات في جمل (الدوائر التطبيقية) لنحصل على معنى مفيد.

A B C D E F G H I J K L M N

1 2 3 4 5 6 7 8 9

BASIC CONTROL CIRCUITS

MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Basic Control Circuit | Page 1

و قد روعي في بناء هذه الدوائر أن تكون متدرجة بشكل بنائي (من البسيط إلى المركب) بحيث يتكون عند الطالب تصور عن الأفكار و الوحدات الأساسية التي تتكون منها دوائر التحكم فيكون قادرا بعد ذلك على تحليل أي دائر مهما كان تعقيدها لمجموعة من هذه الدوائر الأولية و بالتالي يسهل عليه فهمها و التعامل معها (برمجة بنائية).

وسيتم تقسيم هذه الدوائر الأولية إلي ثلاثة أقسام :

1 -دوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج
2 -دوائر المرحلات Relays
3 -دوائر المؤقتات Timers

تغذية دائرة التحكم :

و قبل أن نشرع في شرح هذه الدوائر يجب أن نبين أن دوائر التحكم تحتاج إلى مصدر كهربي لتغذيتها و هذا المصدر غالبا ما يتم توفيره من دائرة القوى أو من التغذية العمومية مباشراً حيث يوضع عادة محول (محول قدرة التحكم Control Power Transformer – CPT) حيث يوفر هذا المحول الجهد المطلوب لدائرة التحكم و الذي قد يختلف عن جهد التغذية العام أو الجهد المطلوب لدائرة القوى (جهد التغذية يكون عادة 380 أو 220 فولت بينما جهد التحكم قد يكون 220 أو 110 او 24 فولت أو غير ذلك) و قد يحتاج الأمر و ضع دائرة توحيد بعد المحول إذا كانت دائرة التحكم تحتاج لتيار مستمر DC.

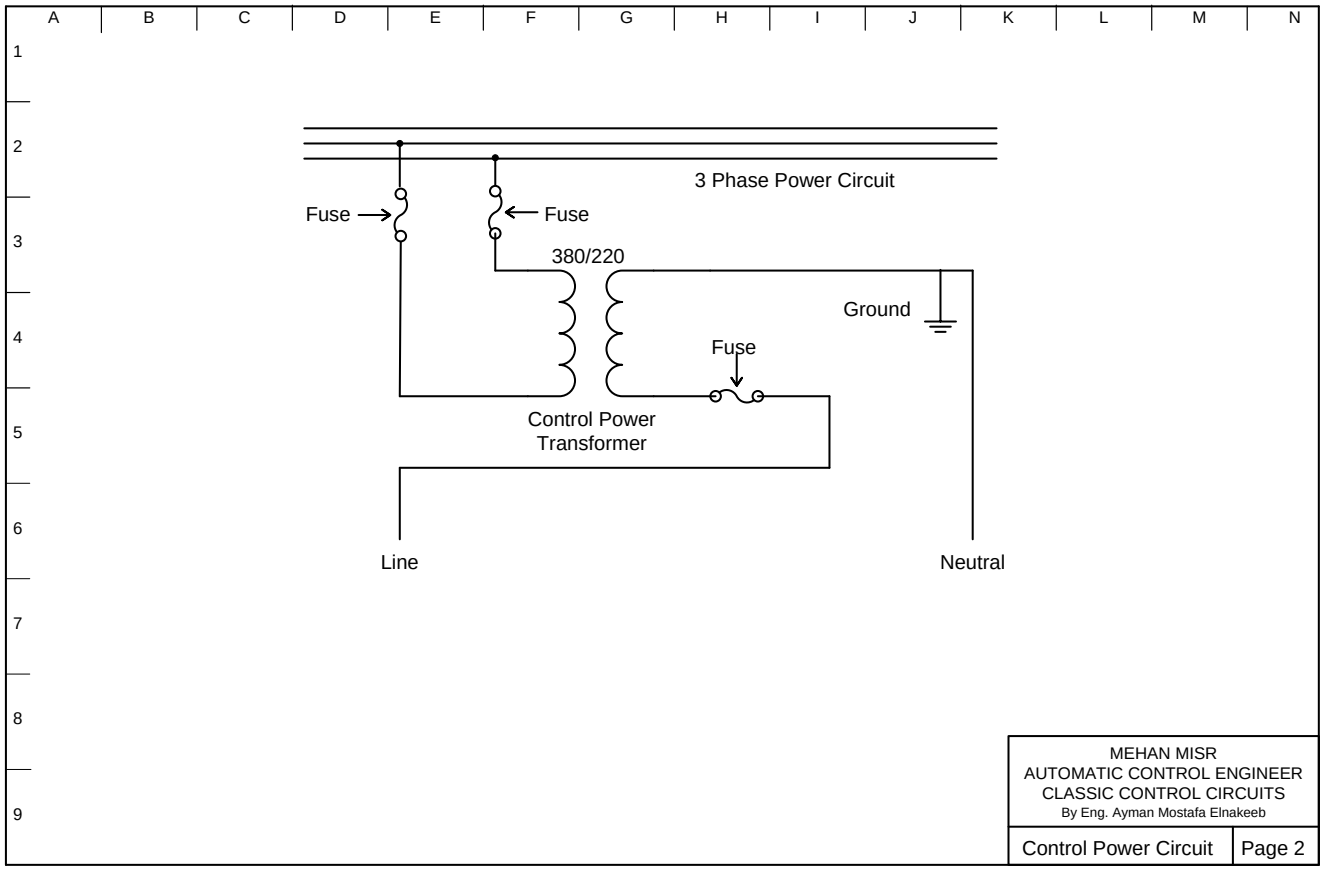
و بالإضافة لتوفير الجهد المناسب إن المحول يقوم بدور آخر هام حيث يقوم بعزل دائرة التحكم عن دائرة القوى و بالتالي يحميها من التغيرات الحادة في الجهد و التيار (الناشئة من دخول و خروج الأحمال) و لهذا السبب قد يستخدم المحول حتى ولو كان جهد دائرة التحكم هو نفس جهد دائرة القوى (ويسمى عندئذ محول عزل).

و بعد المحول (ودائرة التوحيد في حالة وجودها) عادة ما توضع فيوزات (أو قواطع) للحماية من القصر الذي قد يحدث في دائرة التحكم

ثم بعد ذلك نبدأ في وضع مكونات دائرة التحكم – و نحن في الدوائر القادمة لن نضع المحول و الفيوزات و غيرها من مكونات دائرة تغذية التحكم بعتبار أنها مكونات أساسية ثابتة في كل الدوائر ولا علاقة لها بمنطق التحكم (الذي هو الهدف الرئيسي لهذه الدوائر) فيجب على المتدرب أن يدرك

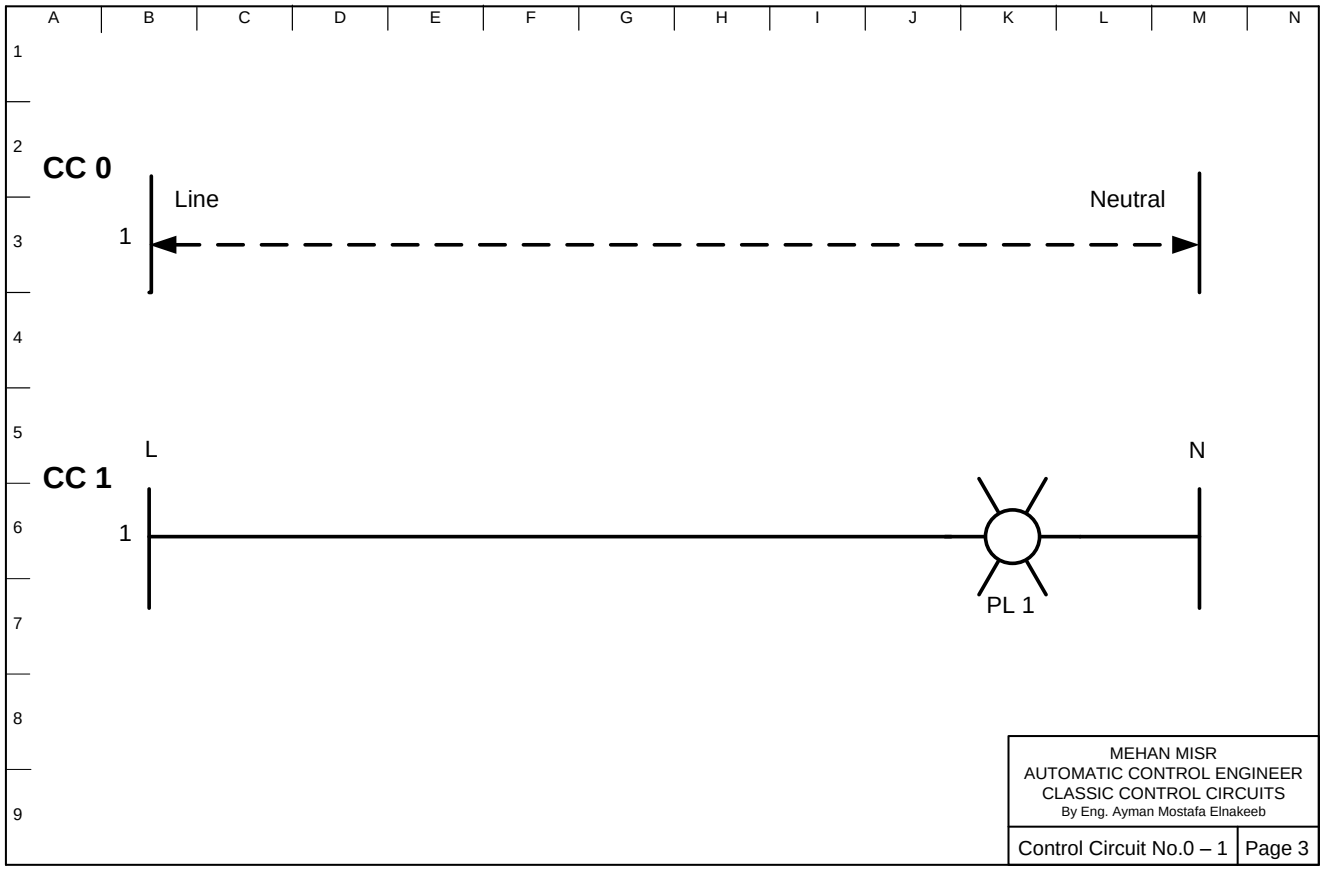
أنها موجودة في كل الدوائر (و سنقوم برسمها بعد ذلك في الدوائر التطبيقية بعد أن يكون المتدرب قد استوعب المنطق الأساسي الموجود في الدوائر الأولية).

والدائرة في صفحة 2 (من كراسة الدوائر) تمثل نموذج قياسي لدائرة تغذية التحكم.



أولا : دوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج

سنبدأ أولاً بالكلام على أبسط أنواع دوائر التحكم على الإطلاق و هي دوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج (بدون وحدات تحكم داخلية Relays & Timers).



(CC 0) خطا التغذية :

وكما ذكرنا من قبل تتولى دائرة تغذية التحكم مهمة توفير الجهد المطلوب لتعمل عليه مكونات الدائرة. و يتم تمثيل هذا الجهد بخطين رأسيين (في النظام الأمريكي للرسم) يمثلان الكهرباء (Line) و الأرضي أو التعادل (Neutral) و بين هذين الخطين يتم رسم دوائر التحكم على شكل خط أفقي يبدا من خط الكهرباء (Line) ماراً بمكونات الدائرة ليصل في النهاية لخط الأرضي أو

التعادل (Neutral) كما موضح في (Control Circuit No. 0 – CC 0) في صفحة 3 من كراسة الدوائر.

(CC 1) دائرة خرج واحد فقط :

وبطبيعة الحال فإننا لا يمكننا أن نقوم بتوصيل الكهرباء (L) بالأرضي (N) مباشراً و إلا حدث قصر في الدائرة (Short Circuit) فلابد من وجود حمل في الدائرة و هو ما يمكن أن تمثله وحدات الخرج (لاحظ ان وحدات الدخل لا تمثل حمل في الدائرة بل هي مجرد مفاتيح) وأبسط دائرة هي التي تحتوي على خرج واحد مباشرمثل أن نضع لمبة إشارة (Pilot Lamp - PL1) على التغذية مباشراً كما في (CC 1) و هي دائرة يمكن أن تستخدم لبيان و جود كهرباء التحكم للمشغل.

ملاحظة (المعنى الكهربي والمعنى المنطقي للدائرة):

لاحظنا مما سبق أن الدائرة قد تحتوي على خرج فقط و لكن العكس (أن تحتوي على دخل فقط) غير ممكن و فهمنا المعنى الكهربي لهذا حيث ان وحدات الخرج هي التي تمثل الحمل (المقاومة) في الدائرة بينما وحدات الدخل هي في النهاية مجرد مفاتيح إما أن تكون مفتوحة أو مغلقة (لا مقاومة لها).

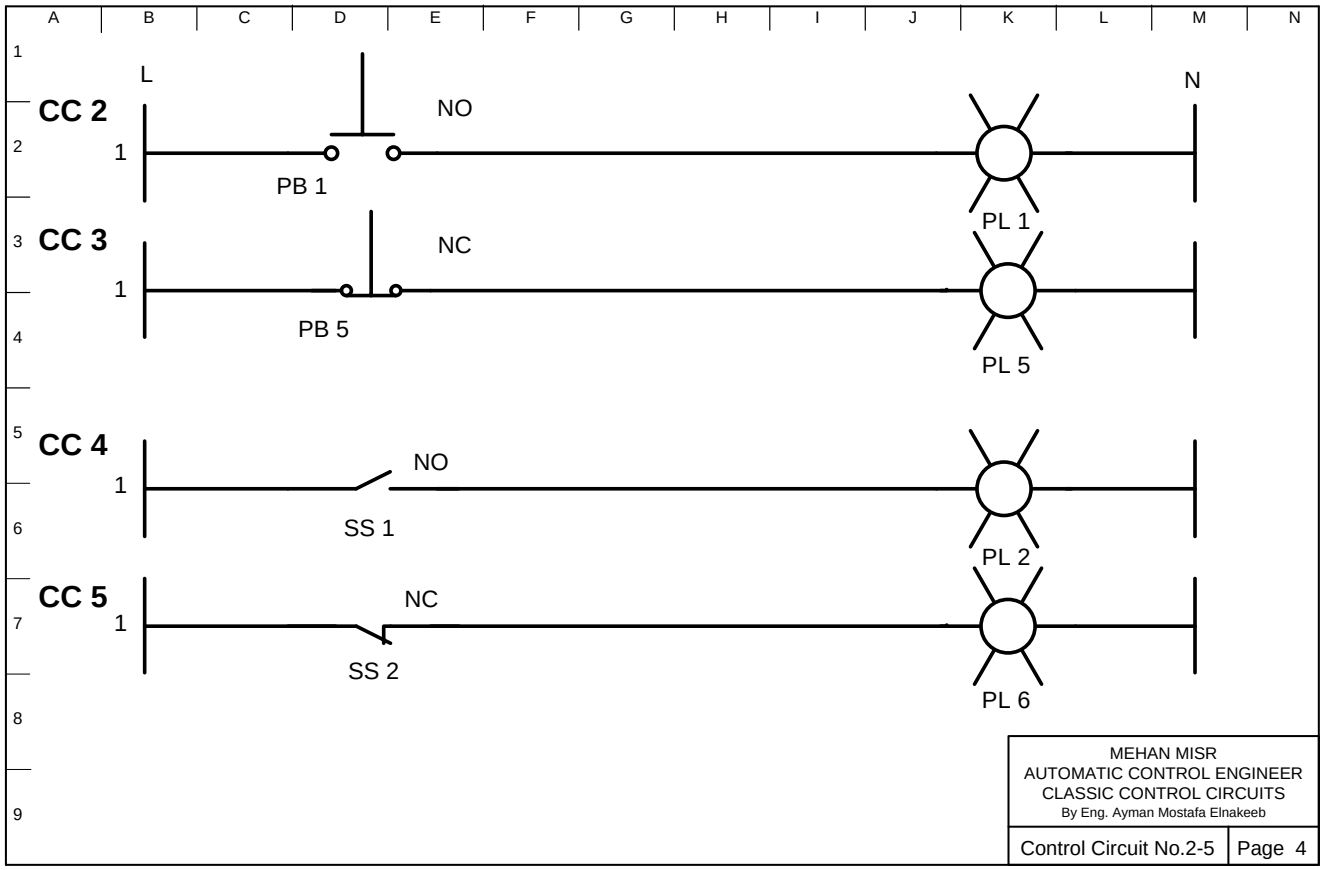
و نشير الآن للمعنى المنطقي لهذا الدائرة فكل دائرة تحكم يمكن تمثيلها بجملة منطقية مثل : (إذ كان { شرط } إذا إفعل { نتيجة }) IF _____THEN_____

ووحدات الدخل هي التي تمثل الشرط ووحدات الخرج هي التي تمثل النتيجة

مثل : (إذا تم { توصيل مفتاح 1} إذا { قم بتشغيل المصباح })

و منطقيا يمكن أن نذكر نتيجة مباشرة (شرطها متحقق دائماً) مثل (قم بتشغيل المصباح) و لكن لا يمكن ان نذكر شرط بدون نتيجة (إذا تم توصيل مفتاح 1 إذا ؟؟)

(CC 2 – CC 5) دائرة دخل واحد – خرج واحد:



الدوائر من 2 إلى 5 هي دوائر يحتوي كل منها على دخل واحد و خرج واحد و يمكن تمثيل كل منهم بالجملة المنطقية (إذ أغلق المفتاح إذاً أضيء المصباح)

و هذه الدوائر تعرض 4 أنواع مختلفة من الدخل (PB-NO,PB-NC,SS-NO,SS-NC)

و كل أنواع الدخل المختلفة مثل (المفاتيح الحدية LS – مفاتيح الضغط PS – العوامات FS – مفاتيح الحرارة TS ..... و غيرها) يمكن أن تحتوي على واحد أو أكثر من أنواع نقاط الدخل الموضحة و لبيان ذلك نقول :

وحدة الدخل الأولية تسمى النقطة و هي الوحدة التي يمكن أن توصل الكهرباء أو تفصلها بناءً على تفعيلها (متأثرة بمؤثر ما مثل ضغطة يد أو ضغط أو حرارة أو غيرها) و بالتالي فهذه الوحدة (

النقطة) يكون لها وضع من إثنيين (إما فصل و إما توصيل) و عند تفعيلها يتغير الوضع الذي كانت عليه غلى الوضع الآخر و بناء عليه يكون لدينا نوعان من النقاط :

1 -نوع يكون فاصل للكهرباء أصلا و عند تفعيله (بالضغط عليه مثلاً) يقوم بتوصيل الكهرباء و هذا يسمى Normally Open و يرمز له (NO).
2 -نوع يكون موصل للكهرباء اصلاً و عند تفعيله (بالضغط عليه مثلاً) يقوم بفصل الكهرباء و هذا يسمى Normally Close و يرمز له (NC).

و الآن ماذا يحدث عند زوال المؤثر الذي قام بتفعيل النقطة ؟ هل ستحتفظ النقطة بوضعها المفعل أم ستعود إلى حالتها الأصلية ؟ نوعان أيضا من النقاط :

1 -نوع يعود لوضعه بمجرد زوال المؤثر عليه (مثل مفتاح الجرس المنزلي) و هذا يسمى Push Bottom و يرمز له (PB).
2 -نوع يحتفظ بوضعه بعد زوال المؤثر عليه Latch (إلى أن يتعرض لمؤثر آخر يعيده لوضعه الأصلي) (مثل مفاتيح الإنارة المنزلية) و هذا يسمى Switch أو Selector Switch (إذا متعدد الأوضاع) و يرمز له (SS).

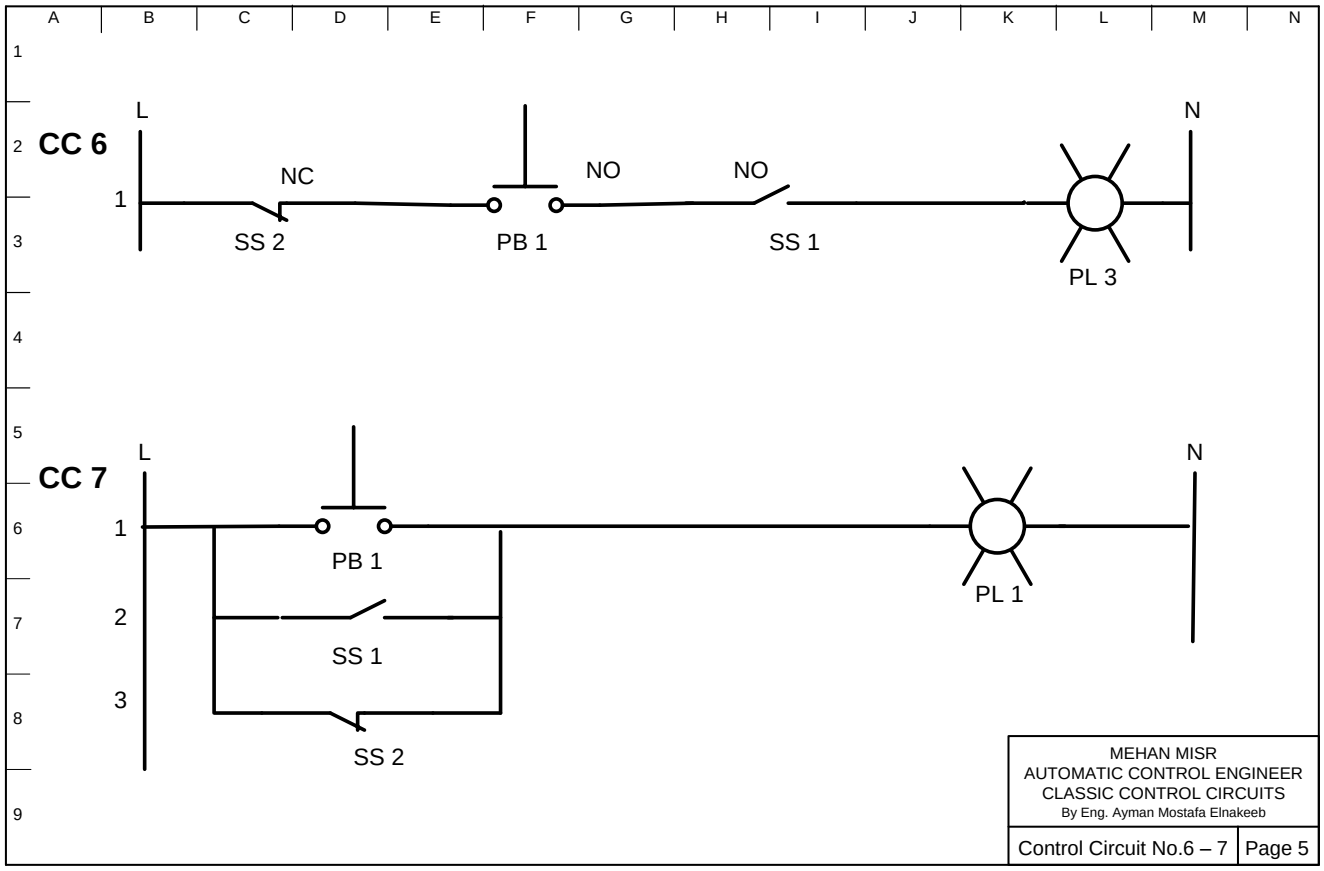
و بجمع هذه الأنواع معا ينشأ لدينا الأربعة انواع السابق ذكرها و هى :

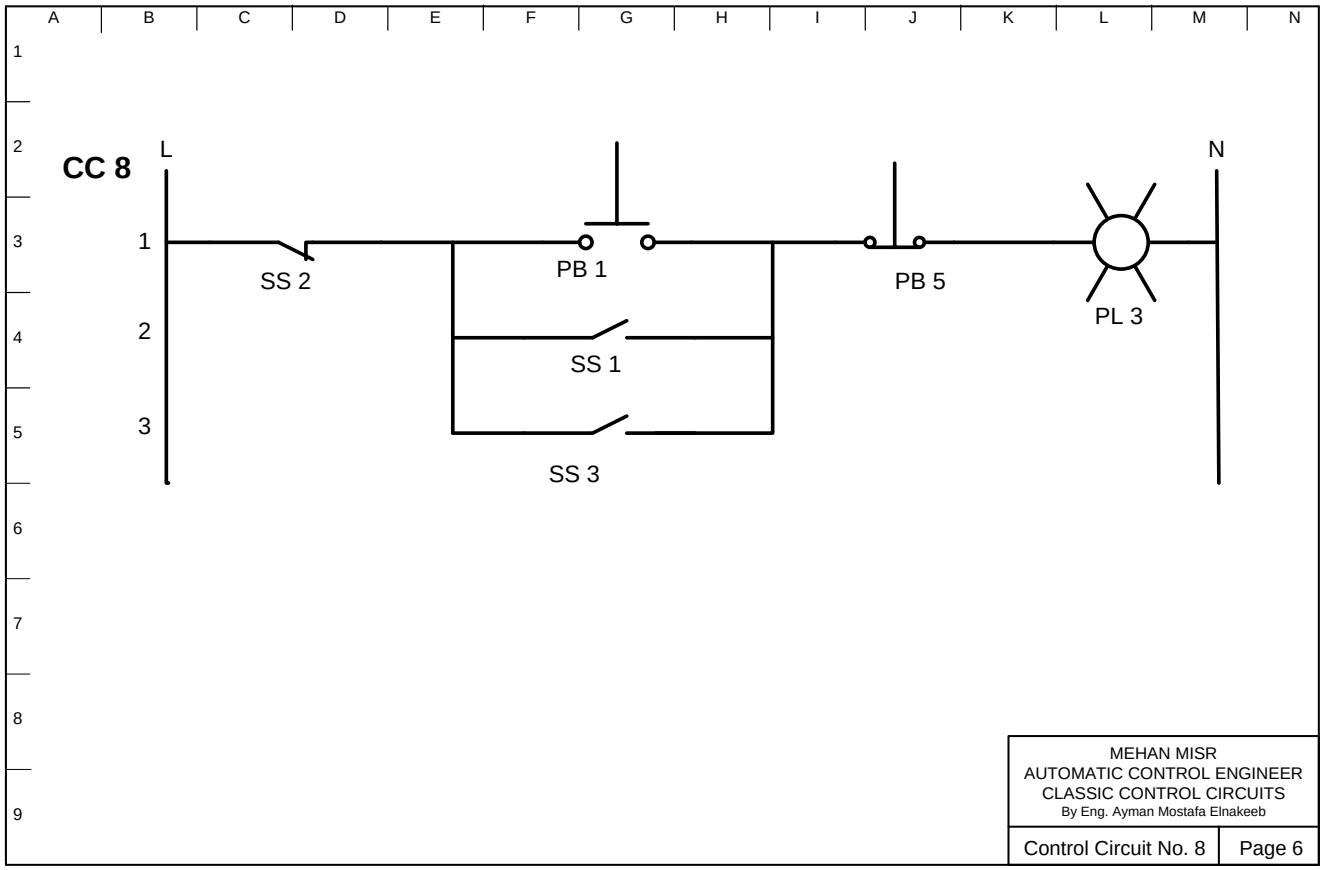
(PB-NO , PB-NC , SS-NO, SS-NC)

و كما ذكرنا فهذه الأنواع من النقاط قد توجد في داخل أي وحدة من وحدات الدخل المختلفة. فال Overload مثلا يحتوي على نقطة NC تحتفظ بوضعها بينما يحتوي Pressure Switch على نقطة NO لا تحتفظ بوضعها و هكذا

و قد تحتوي بعض الوحدات على أكثر من نقطة من أنواع مختلفة .

<u>(CC 6 – CC 8) دائرة متعددة الدخل – خرج واحد :</u>


CC 6
L
N
1
NC
NO
NO
SS 2
PB 1
SS 1
PL 3
CC 7
L
N
1
2
3
PB 1
SS 1
SS 2
PL 1
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Control Circuit No.6 – 7
Page 5


CC 8
L
N
1
2
3
SS 2
PB 1
PB 5
PL 3
SS 1
SS 3
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Control Circuit No. 8
Page 6

الدوائر من 6 – 8 هي دوائر يحتوي كل منهم على أكثر من دخل (كتطوير للدوائر التي كانت تحتوي على دخل واحد) . و إذا كان عندنا أكثر من دخل فلابد أن تكون هناك طريقة كهربية لتوصيلهم معا . وهذه الطريقة هي إما نقوم بتوصيلهم على التوالي (كما في CC 6) أو على التوازي (كما في CC 7) أو كتركيبة من التوالي و التوازي (كما في CC 8).

التوصيل على التوالي

عند توصيل نقاط الدخل على التوالي فإن الكهرباء تدخل أول نقطة فإن كانت مفتوحة توقفت و إلا انتقلت منها للنقطة التالية و هكذا حتى تخرج من آخر نقطة متوجهة لوحدة الخرج و هذا يعني أنه لكي تعمل وحدة الخرج فلابد أن تكون جميع وحدات الدخل في وضع التوصيل و أنه يكفي أن تفصل أي وحدة منها لتفصل وحدة الخرج و هذا يمكن تمثيله منطقياً بالجملة المنطقية (و) (And) فنقول (في CC 6 مثلا)

IF ((SS2) And (PB1) And (SS1)) Closed Then (PL3) ON

و هنا ملاحظة هامة و هي أن كل من (SS1) و (PB1) مفتوحين أصلا (NO) فيحتاجا إذا ان يفعلا حتى يصيرا مغلقين بينما (SS2) مغلق أصلاً فيجب أن لا يفعل حت يظل مغلق و بالتالي فيمكن أن نصوغ الجملة المنطقية كالتالي :

إذا لم يفعل (SS2) و فعل (PB1) و فعل (SS1) إذاً فعل الخرج (PL3) أو

IF (Not (SS2) And (PB1) And (SS1)) Activated Then (PL3) ON

و هكذا يتضح لنا أن النقطة المغلقة أصلاً (NC) هي بمثابة الأمر المنطقي Not .

التوصيل على التوازي

عند توصيل نقاط الدخل على التوازي فإن الكهرباء تدخل إلى جميع النقاط في وقت واحد فإن وجدت أي نقطة مغلقة فإنها تمر منها إلى وحدة الخرج. و بالتالي فيكفي توصيل أي نقطة لكي يعمل الخرج. و لكن ليتوقف الخرج عن العمل فيجب ان تكون جميع نقاط الدخل مفتوحة. و هذا الوضع يمكن تمثيلة بالجملة المنطقية (أو) (OR).

ففي (CC7) مثلا يمكن تمثيل الدائر بالجملة المنطقية :

IF ((PB1) OR (SS1) OR (SS2)) Closed Then (PL1) ON

كما يمكن صياغتها كالتالي :

IF ((PB1) OR (SS1) OR Not (SS2)) Activated Then (PL1) ON

وكما لاحظنا من قبل فإن النقطة المغلقة أصلاً (NC) هي بمثابة الأمر المنطقي Not.

التوصيل على التوالي و التوازي معا

بعد أن عرفنا أن التوصيل على التوالي يمثل بالأمر المنطقي (And) و التوصيل على التوازي يمثل بالأمر المنطقي (OR) و النقطة المغلقة أصلاً تمثل بالأمر المنطقي (Not) فإننا يمكننا أن نكون أي دائرة من التوالي و التوازي معا للتعبير عن الأمر المنطقي المطلوب . فمثلاً (CC8) تعبر عن الأمر المنطقي :

IF Not (SS2) And ((PB1) OR (SS1) OR (SS3)) And Not (PB5) Then (PL3)

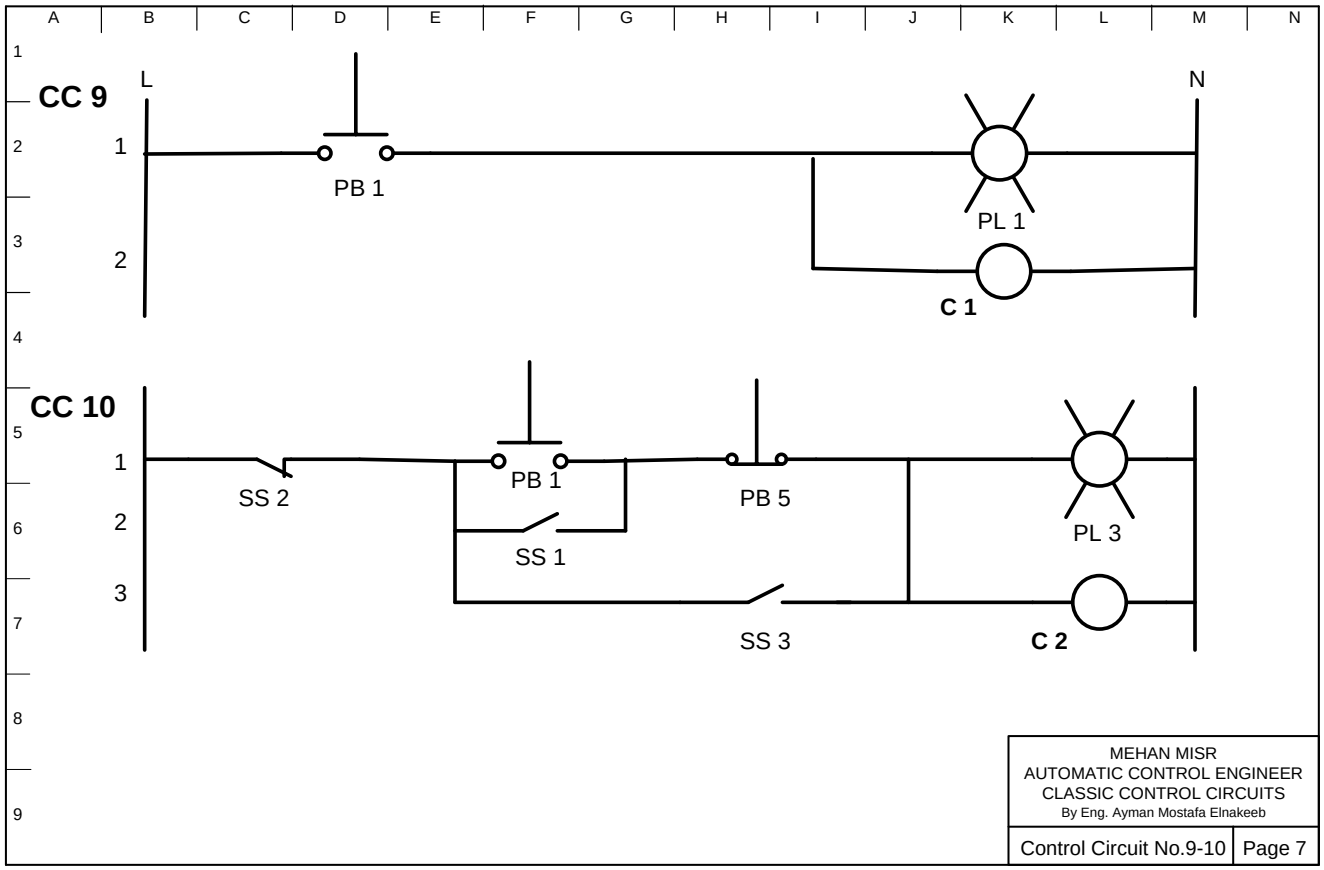
و هكذا يمكننا في أي عملية صناعية مطلوبة أن نعرف العلاقات المنطقية التي تربط الدخل بالخرج ثم بعد صياغة الجملة المنطقية يمكن بسهولة تحويلها لدائرة كهربية تحقق الغرض المطلوب.

تدريب :

أكتب الجمل المنطقية و ارسم الدوائر المعبرة عنها لتحقيق الاغراض الآتية :

1 -يتم تشغيل لمبة الإشارة (PL1) إذا تم الضغط على (PB1) بشرط أن يكون (مستوى الماء قد بلغ العوامة (FS1) أو لم يصل الضغط لدرجة تفعيل (PS1))
2 -يتم تشغيل كونتاكتور المحرك (M1) إذا لم تصل الحرارة لدرجة تفعيل (TS1) أو (تم تشغيل مفتاح (SS1) و لم يكن الضغط بلغ (PS1))
3 -يتم تشغيل كونتاكتور المحرك (M1) إذا (كان المفتاح (SS1) في وضع تشغيل بشرط وصول الماء لمستوى (FS1)) أو (تم الضغط على (PB1) بشرط عدم وصول الحرارة لمستوى (TS1))
4 -يتم تشغيل لمبة الإشارة (PL1) في الأحوال الآتية (بشرط تشغيل (SS1)) :
   a. إذا تم الضغط على مفتاح (PB1) بشرط تفعيل المفتاح الحدي (LS1)
   b. إذا لم يتم الضغط على (PB5) بشرط بلوغ الماء مستوى (FS1)
   c. إذا لم يبلغ الضغط مستوى (PS1)

(CC 9 – CC 10) دائرة ذات دخل (واحد / متعدد) و خرج متعدد :



كل الدوائر التي تعاملنا معها حتى الآن كانت تحتوي على خرج واحد و الآن جاء الوقت لنكون دائرة تحتوي على أكثر من خرج. و إذا كنا قد ذكرنا أن نقاط الدخل يمكن أن توصل على التوالي أو على التوازي أو تركيبة منهما فهل يمكننا أن نفعل نفس الشيء مع وحدات الخرج ؟ الإجابة هي لا . لا يمكن ذلك فوحدات الخرج لايمكن أن توصل على التوالي بل يجب ان توصل على التوازي فقط و السبب بسيط فوحدات الخرج كما ذكرنا هي احمال وهي تعمل على جهد معين (220 فولت مثلاً) و عند التوصيل التوازي يظل الجهد ثابت (و يتوزع التيار) فتحصل كل الأحمال على جهد التشغيل المطلوب لها و تعمل بشكل طبيعي و أما عند التوصيل على التوالي فإن الجهد يتوزع على الأحمال (ويبقى التيار ثابت) و بالتالي لا يحصل كل حمل على الجهد المطلوب له و لا يعمل بشكل صحيح (فعند توصيل مجموعة من المصابيح مثلاً على مصدر واحد فإنها توصل جميعا على التوازي).

MehanMisr 2009 ©

و الآن نتسائل هل يحمل التوصيل التوازي لوحدات الخرج نفس المعنى المنطقي الذي يحمله عند توصيل نقاط الدخل و هو الأمر المنطقي (أو) (OR) ؟

و الإجابة هي بالنفي أيضاُ فالتوازي في الخرج يعني (و) (And) و ليس (أو) وهذا أمر منطقي تماما فعند توصيل مصباحين معا على مصدر واحد فإن المصباح الأول (و) المصباح الثاني سيعملان معاً و ليس المصباح الاول (أو) المصباح الثاني .

بل الواقع أن علاقة (أو) غير مقبولة في الخرج أصلا فأنت لا يمكنك أن تخيير الدائر الكهربية لتفعل هذا أو ذاك (بدون مرجح من إشارات الدخل) بل لابد أن يكون الأمر محدد و محسوم .

و إذا الخلاصة أن وحدات الخرج لا يمكن أن توصل إلا على التواذي و هو يمثل بالامر المنطقي (و) (And).

وبالتالي فالدائرة (CC9) يمكن أن نعبر عنها بالأمر االمنطقي :

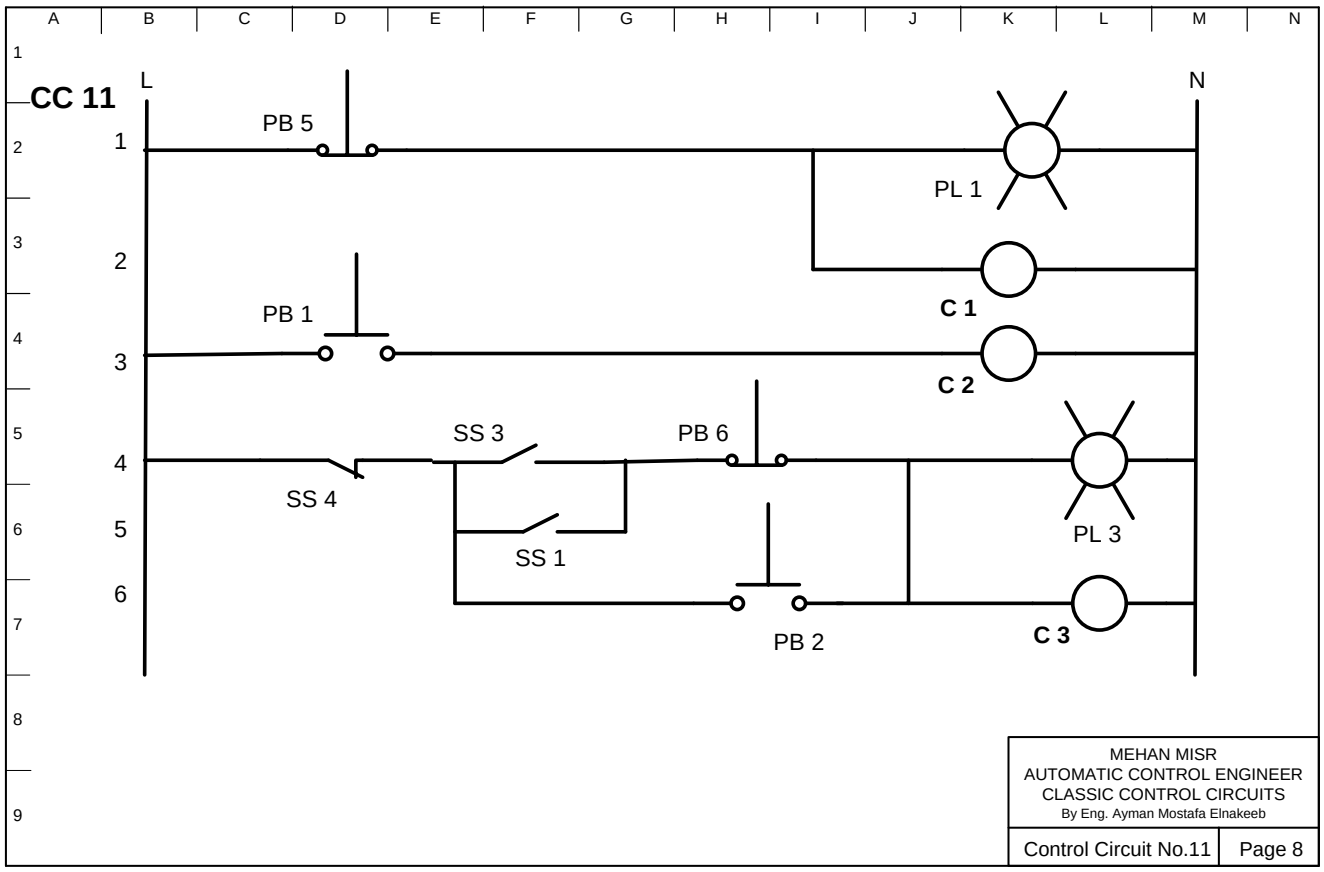
IF (PB1) Closed Then Activate (PL1) And (C1)

وهذه الدائرة كانت تحتوي على دخل واحد و أكثر من خرج و لا مانع أن تحتوي الدائرة على أكثر من دخل (على التوالي أو التوازي أو تركيبة منهما) تمثل شرط مركب و أكثر من خرج تمثل النتائج التي ستتحق عند تحقق الشرط .

مثل الدائرة (CC10) و التي يمكن أن تمثل بالجملة المنطقية :

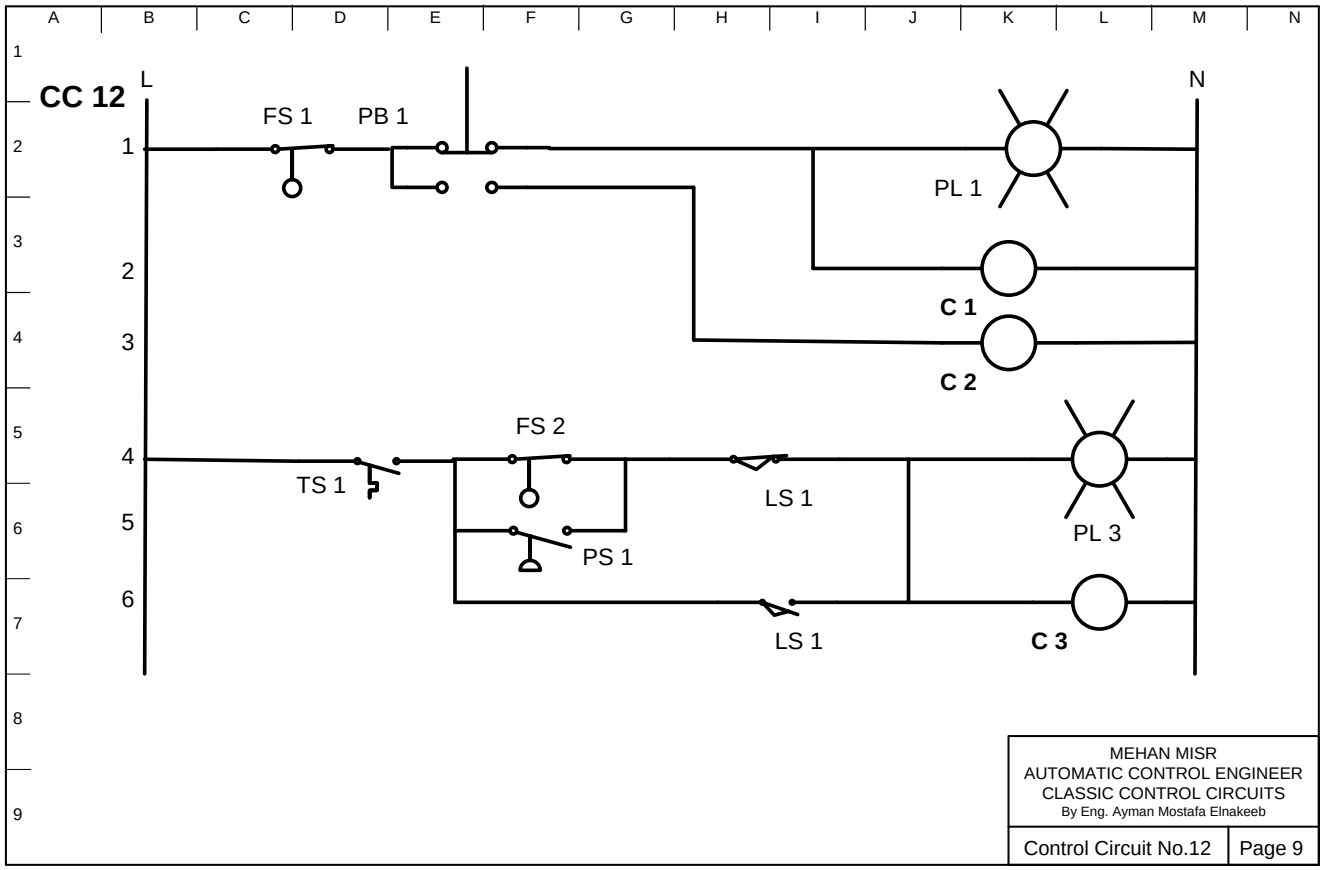
IF Not (SS2) And (((PB1) OR (SS1)) And Not (PB5)) OR (SS3)) Then (PL3) And (C2)

(CC11 – CC12) الدائرة متعددة الخطوط :



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.11 | Page 8



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.12 | Page 9

كل ما تعاملنا معه من قبل من دوائر (بدأ من الدائرة ذات الخرج الواحد بدون دخل إلى الدائرة متعددة الدخل و الخرج) كانت كلها دوائر ذات خط واحد (Rung) (يبدأ من خط الكهرباء (L) و ينتهي عند خط الارضي (N)) و إن تعددت الفروع (توازي) داخل هذا الخط ولذلك كانت تمثل دائما بجملة منطقية واحدة.

و الآن سنتعرض للدائرة متعددة الخطوط و هي في الواقع عبارة عن مجموعة من الدوائر المستقلة (حيث لا يوجد تأثير لأي خط على الآخر) كل ما هناك أنها تغذى من مصدر واحد و تتعاون كلها لأداء وظائف التحكم في معدة واحدة . و لذلك فعند التمثيل المنطقي لهذه الدوائر فإن كل خط (Rung) سيتم تمثيلة بجملة منطقية مستقلة.

فمثلاً الدائرة (CC11) يتم تمثيلها منطقيا كالتالي :

1- IF Not (PB5) Then (PL1) And (C1)

3- IF (PB1) Then (C2)

4- IF Not (SS4) And ((((SS3) OR (SS1)) And Not (PB6)) OR (PB2)) Then (PL3) And (C3)

لاحظ أن الفرع 2 هو جزء من الخط 1 و كذلك الفروع 5 و 6 هي اجزاء من الخط 4

<u>ملاحظات:</u>

1- قد تتكرر وحدة الدخل في نفس الخط أو في أكثر من خط و هذا في الحقيقة يعني أن وحدة الدخل هذه تحتوي في داخلها على أكثر من نقطة وهذه النقاط قد تكون من نوع واحد أو من أنواع مختلفة (NO-NC) مثلاُ و لكنها تتأثر جميعا بمؤثر واحد.

فمثلاً في (CC12) سنجد (PB1) يحتوي على نقطتين إحداهما مفتوحة و الأخرى مغلقة و عند الضغط عليه ينعكس الوضع و قد وضعت كل من النقطتين في خط مستقل. و كذلك (LS1) يحتوي نقطتين مغلقة و مفتوحة و عند تنشيطة ينعكس الوضع و قد وضعت كلا النقطتين في خط واحد (في فرعين مختلفين).

ووجود مثل هذه النقاط لا يعني أن أحد الخطوط يؤثر في الآخر (كما سنرى في دوائر المرحلات Relays) كل ما هنالك أن كلا الخطين يتأثر بمؤثر واحد.

2- لا يشترط أن يحدث التفرع لأكثر من خط من بداية الخط بل قد تكون بعض وحدات الدخل مشتركة بين الخطين ثم يحدث التفرع بعد ذلك كما في (CC12) حيث أن (FS1) مشتركة بين الخطيين الأول و الثاني ثم يحدث التفرع بعد ذلك من (PB1). وعند كتابة الجملة المنطقية فإن الوحدات المشتركة يتكرر ذكرها في الجملتين .

وفيما يلي صياغة الجمل المنطقية المعبرة عن (CC12) :

1- IF Not (FS1) And Not (PB1) Then (PL1) And (C1)

3- IF Not (FS1) And (PB1) Then (C2)

4- IF (TS1) And (((Not (FS2) OR (PS1)) And Not (LS1)) OR (LS1)) Then (PL3) And (C3)

لاحظ أن العبرة في أعتبار الخط واحد أو متعدد هو في كون وحدات الخرج فيه تتأثر بنفس الشروط فلو تغيرت الشروط وجب اعتبار كل وحدة خرج واقعة في خط مستقل ولها جملة منطقية خاصة بها . فعلى سبيل المثال لو أزلنا خط التوازي الذي يربط بين (PL3) و (C3) في (CC12) فعندئذ سيخضع كل منها لشروط مختلفة و بالتالي سنعتبره واقع في خط مستقل (و سيكون (TS1) مشتركة بين الخطين).

تدريب :

أكتب الجمل المنطقية و ارسم الدوائر المعبرة عنها لتحقيق الاغراض الآتية :

1 -يتم تشغيل لمبة الإشارة (PL1) و الكونتاكتور (C1) عندما يصل مستوى الماء إلى (FS1) و يكون (SS1) في وضع إيقاف و يتم تشغيل (PL2) و (C2) عندما يكون (SS1) في وضع تشغيل.
2 -يتم تشغيل الكونتاكتور (C1) إذا كانت الحرارة بلغت (TS1) و (لم تبلغ (TS2) أو تم الضغط على (PB1)) و يتم تشغيل (C2) إذا كانت الحرارة بلغت (TS1) و لم يتم الضغط على (PB1) و يتم تشغيل (C3) إذا لم تبلغ الحرارة (TS1)
3 -يتم تشغيل لمبة الإشارة (PL3) و الكونتاكتور (C1) و (C2) إذا بلغ الضغط (PS1) و يتم تشغيل (C2) أيضا إذا بلغت الحرارة (TS1).

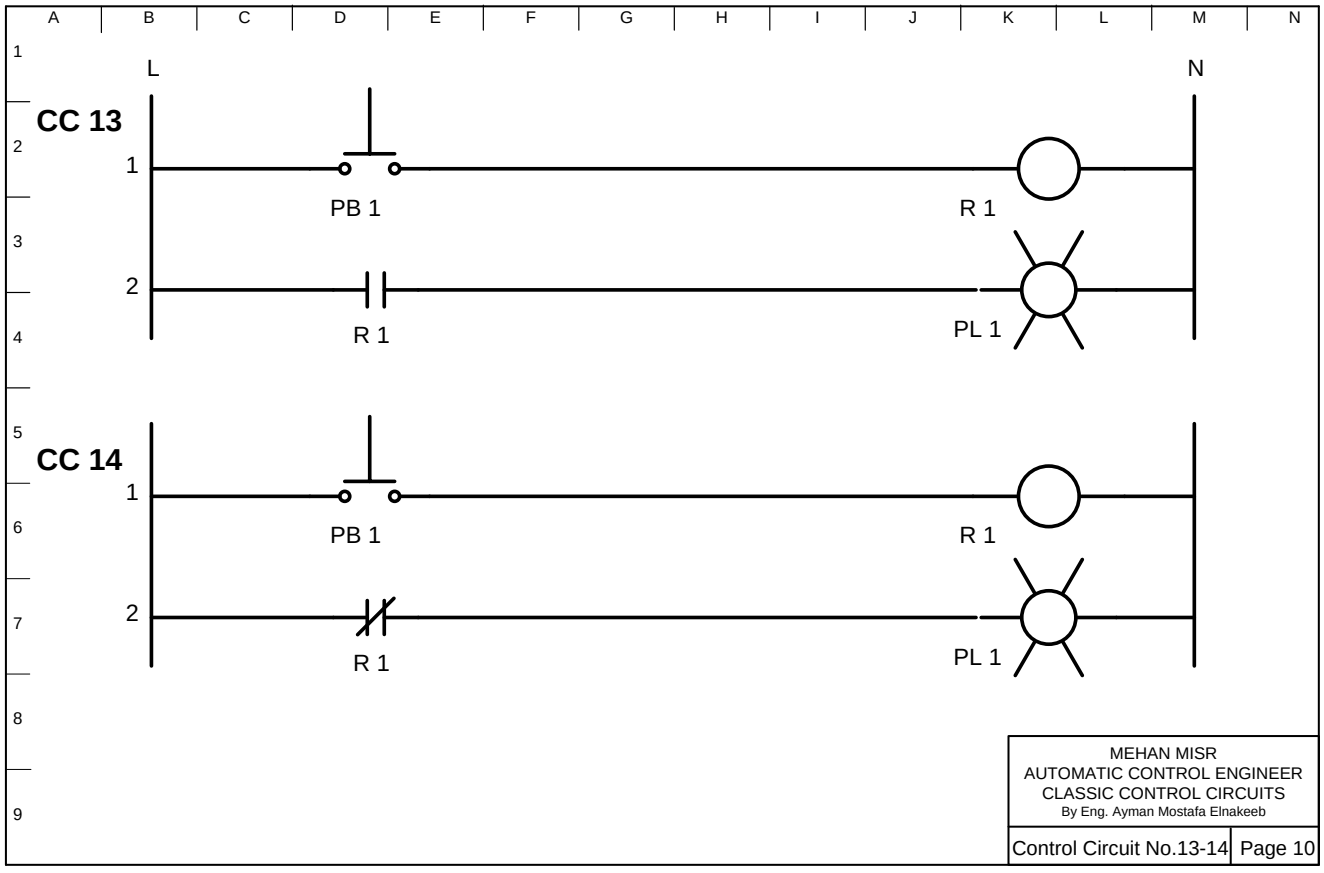
خلاصة دوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج

1 -يجب أن تحتوي كل دائرة على خرج واحد على الأقل و يجوز أن لا تحتوي على أي وحدة دخل.
2 -هناك أربعة أنواع من نقاط الدخل (PB-NO , PB-NC , SS-NO, SS-NC) و كل وحدة من وحدات الدخل يمكن أن تحتوي على نقطة أو أكثر من هذه الأنواع.
3 -يمكن توصيل نقاط الدخل على التوالي (منطقيا (And)) أو على التوازي (منطقيا (OR)) أو تركيبة منهما. مع ملاحظة ن النقطة المغلقة أصلا تكون منطقيا (Not).
4 -يمكن توصيل وحدات الخرج معا على التوازي فقط و تكون منطقيا (And).
5 -يمكن أن تحتوي الدائرة على أكثر من خط و يعبر عن كل خط بجملة منطقية مستقلة و يجوز أن تكون بعض وحدات الدخل مشتركة بين الخطوط.

ثانياً : دوائر المرحلات (Relays)

بعد أن تعرضنا لدوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج و التي هي ابسط أنواع دوائر التحكم نعرض الآن لدوائر أكثر تعقيداً حيث لا يكون الربط بين الدخل و الخرج مباشرا و إنما يتم من خلال وحدات وسيطة هي المرحلات Relays.

(CC13 – CC14) (دخل – خرج) داخلي = ربط (إيجابي / سلبي) :



المرحل (Relay) هو في الواقع مكون من وحدتين معاً: وحدة دخل ووحدة خرج. فالملف الخاص به (Coil) هو في الواقع عبارة عن وحدة خرج أو حمل (يشبه تماما الملف الخاص بالكونتاكتور). بينما نقاط التلامس الموجودة فيه (Contact Set) هي عبارة عن وحدة دخل (تشبه تماما مفتاح الضغط Push Bottom).

ولاحظ أن كلاً من الملف و نقاط التلامس الخاصة به يحملان نفس الأسم (R1 مثلاً) ولو كانا موجودين في خطين مختلفين.

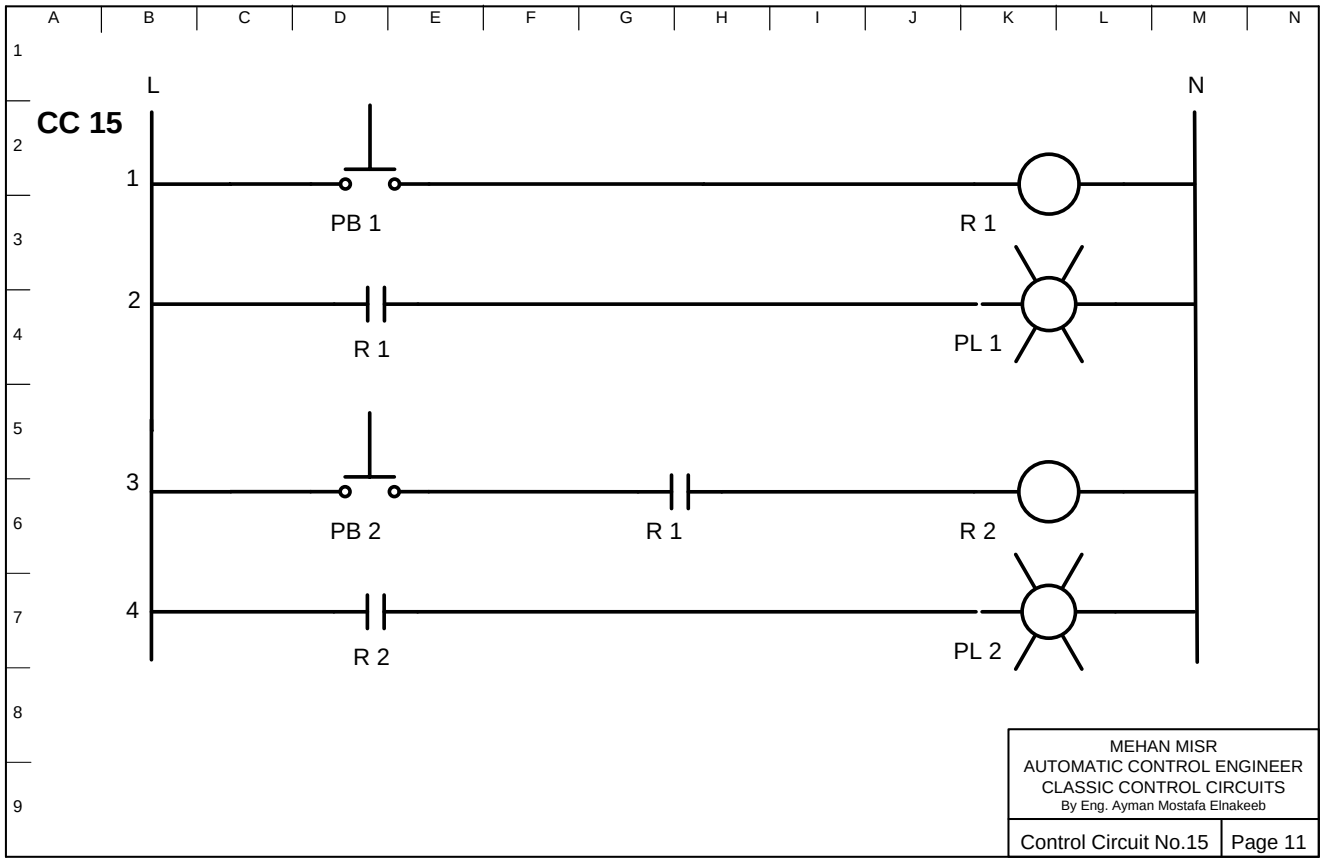
ولما كانت وحدة الخرج (الملف) تؤثر مباشراً في وحدة الدخل (نقاط التلامس) بدون أي تأثير من أو على العلم الخارجي فإن هذه العملية تعتبر عملية داخلية (داخل دائرة التحكم) و ليست عملية خرج أو دخل حقيقي.

ولما كان غالبا ما يوجد الملف في خط بينما توجد نقاط التلامس في خط آخر فمعنى هذا أن خرج أحد الخطوط يكون دخل لخط آخر وهذه عملية ربط بين الخطوط المختلفة بحيث يعتمد أحد الخطوط على الآخر (ترحل الإشارة من خط لآخر و لذلك سمي مرحل) (ملاحظة : لم يكن في دوائر الربط المباشر أي ترحيل للإشارة أو ربط بين الخطوط المختلفة بل كل ما هنالك أن خطين قد يتأثران بوحدة دخل واحدة ولكن لا يؤثر خرج خط على دخل خط آخر).

ويختلف نوع الربط بناءً على طبيعة نقطة التلامس المستخدمة فإذا كانت مفتوحة طبيعياً (NO) كما في (CC13) فإن الربط يكون إيجابياً بمعنى أن تشغيل أحد الخطوط يؤدي لتشغيل الخط الآخر .
فعند الضغط على (PB1) يلقط ملف الريلاي (R1) (الموجود في خط 1) وبالتالي تغلق نقطة التلامس (R1) (الموجودة في خط 2) و بالتالي تضيء لمبة الإشارة (PL1). <u>فتشغيل الخط 1 يؤدي لتشغيل الخط 2</u> .

و قد يكون الربط سلبياً أو عكسياً إذا كانت نقطة التلامس المستخدمة مغلقة طبيعياً (NC) كما في (CC14). فنقطة التلامس (R1) الموجودة في الخط 2 مغلقة طبيعياً و بالتالي فالتيار يمر منها ليصل إلي لمبة الإشارة (PL1) لتعمل في الوضع الطبيعي. وعند الضغط على (PB1) يلقط ملف الريلاي (R1) (الموجود في خط 1) وبالتالي تفتح نقطة التلامس (R1) (الموجودة في خط 2) و يؤدى ذلك إلى فصل لمبة الإشارة (PL1). <u>فتشغيل الخط 1 يؤدي لفصل الخط 2</u> .

(CC15) الربط متعدد المراحل :



رأينا في المثال السابق انتقال الإشارة من خط إلى آخر حيث يؤثر تشغيل خط على آخر (إيجاباً أو سلباً) و لا مانع من توسيع هذا الأمر حيث يؤثر خط على آخر و يؤثر هذا بدوره على ثالث و هكذا ..

ففي (CC15) يؤدي تشغيل (PB1) إلى تشغيل ملف الريلاي (R1) والذي يقوم بإغلاق نقطتي التلامس (R1) في خط 2 و 3 (لاحظ أنهما نقطتين مختلفتين و إن كانا يحملان نفس الإسم لأنهما في نفس الريلاي).

و يؤدي إغلاق (R1) في خط 2 إلى تشغيل لمبة الإشارة (PL1). بينما يؤدي تشغيل (R1) في خط 3 (مع الضغط على (PB2)) إلى تشغيل ملف الريلاي (R2) و الذي يقوم بدوره بإغلاق نقطة التلامس (R2) في خط 4 و الذي يؤدي إلى إلى تشغيل لمبة الإشارة (PL2).

وهكذا نجد أن الإشارة (التأثير) انتقلت من خط 1 إلى خط 2 و 3 . ثم انتقلت من خط 3 إلى خط 4 . و هكذا يمكن أن يستمر انتقال الإشارة و التأثير من خط إلى خط .

وفيما يلي الجمل المنطقية المعبرة عن (CC15) :

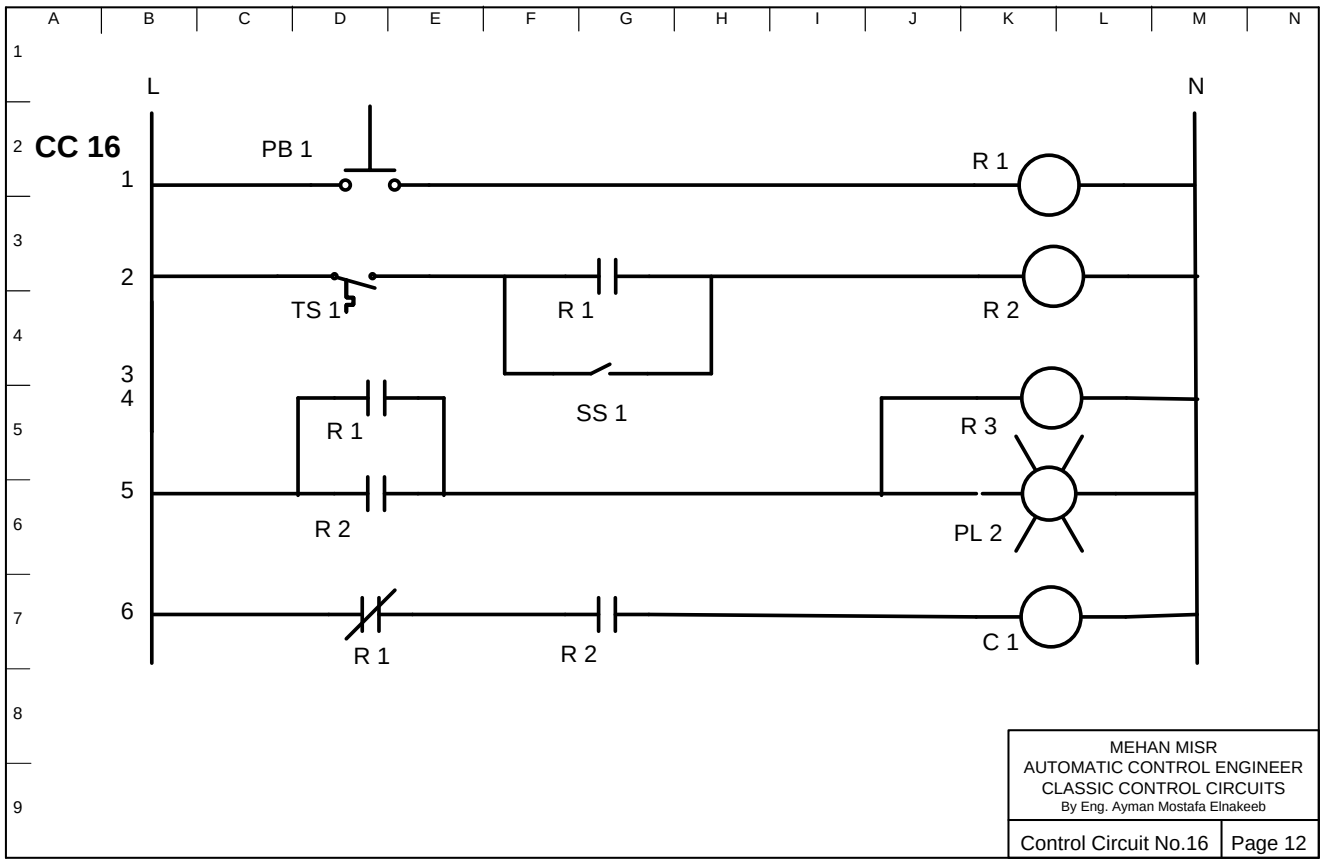
1- IF (PB1) Then (R1)

2- IF (R1) Then (PL1)

3- IF (PB2) And (R1) Then (R2)

4- IF (R2) Then (PL2)

(CC16) الربط متعدد التأثير :



عرضنا في الدائرة السابقة مثال على الربط متعدد المراحل حيث ينتقل التأثير من خط إلى آخر ثم منه إلى ثالث و هكذا ونعرض الآن للربط متعدد التأثير وهذا له معنيان : الأول : أن يؤثر خط واحد في أكثر من خط (وهذه عرضنا لها في المثال السابق أيضا حيث أثر الخط الأول على كل من الخط الثاني و الثالث)

والثاني : أن يتأثر الخط الواحد بأكثر من خط . وهذا معناه أن يوجد في الخط المتأثر أكثر من نقطة دخل ترتبط كل منها بملف ريلاي في خط آخر.

وطالما كانت هناك أثر من نقطة دخل فإذا يمكن أن نربط بينهم توالي أو توازي أو كتركيبة منهما (كما سبق الإيضاح في الدوائر المباشرة).

وتعرض (CC16) نموزج لدائرة متعددة المراحل – متعددة التأثير حيث يؤثر (R1) الموجود في الخط الأول (L1) في نقاط التلامس في الخط (L2) و (L4) و (L6) (وهو تأثير متعدد). ثم يؤثر (R2) (والذي تأثر تشغيله ب (R1)) بدوره في (L5) و (L6) (وهوتعدد مراحل و تعدد تأثير).

وبمراجعة الخط (L5) نجد أنه تأثر بكل من (L1) و (L2) (توازي)

وبمراجعة الخط (L6) نجد أنه تأثر بكل من (L1) عكسياً و (L2) (توالي)

وفيما يلي الجمل المنطقية المعبرة عن (CC16) :

1- IF (PB1) Then (R1)

2- IF (TS1) And ((R1) OR Not (SS1) Then (R2)

5- IF (R1) OR (R2) Then (R3) And (PL2)

6- IF Not (R1) And (R2) Then (C1)

تدريبات :

أكتب الجمل المنطقية و ارسم الدوائر المعبرة عنها لتحقيق الاغراض الآتية :

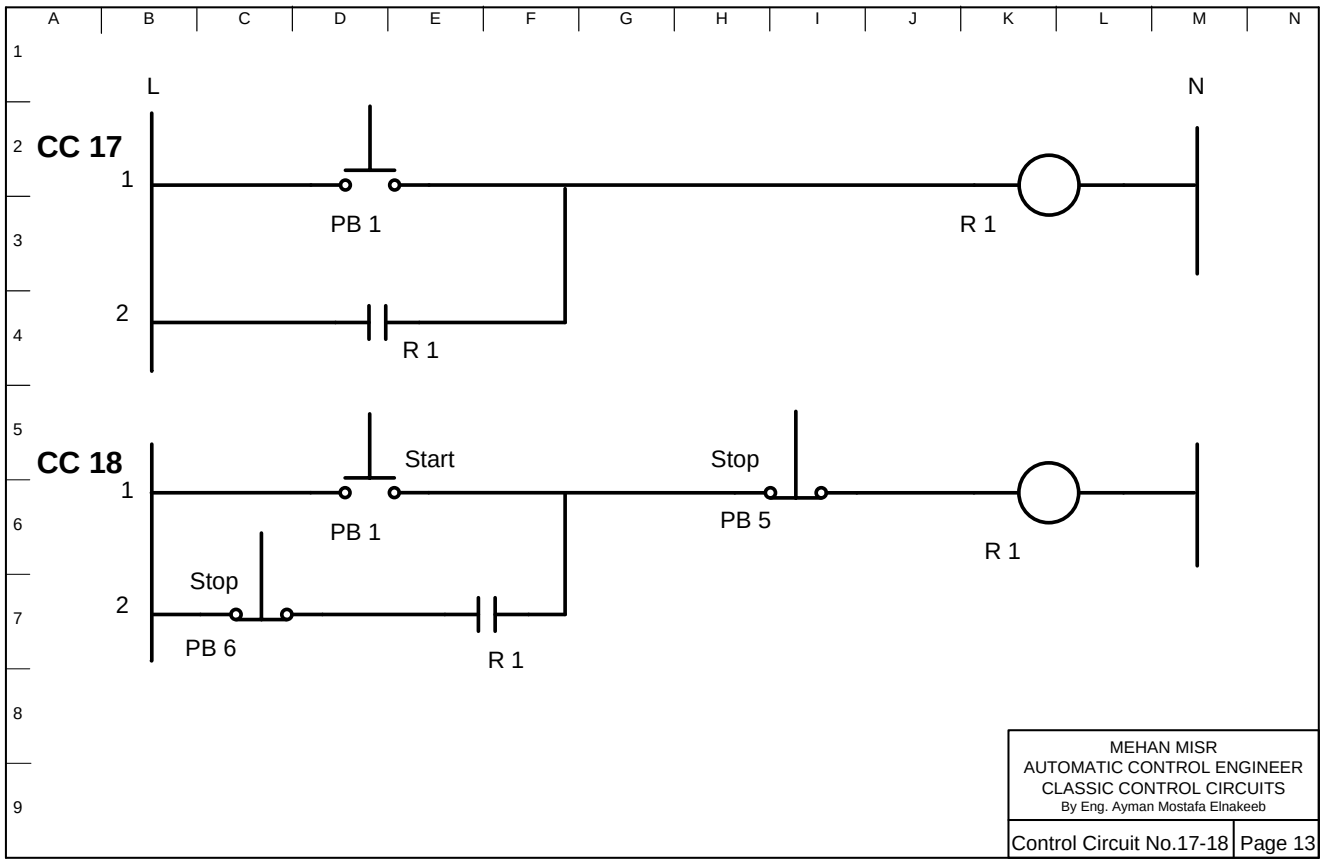
1 -يتم تشغيل الريلاي(R1) عند بلوغ الضغط قيمة (PS1) و يقوم الريلاي بتشغيل لمبة الإشارة (PL1) . ويتم تشغيل الريلاي (R2) عند بلوغ الزيت مستوى (FS1) بشرط (تشغيل (R1) أو إغلاق المفتاح (SS1)).

2 -يتم تشغيل الكونتاكتور (C1) عند تشغيل ((R1) أو (R2)) ويشترط عمل (LS1) في حالة تشغيل الكونتاكتور بواسطة (R2) . و يتم تشغيل (R1) عند الضغط على المفتاح (PB1)

بشرط ان لا تزيد الحرارة عن مستوى (TS1). ويتم تشغيل (R2) إذا كانت الحرارة أعلى من مستوى تشغيل (TS2) وأقل من مستوى (TS3).

3 -يتم تشغيل (R1) عند عدم الضغط على (PB2) و يقوم (R1) بتشغيل (R2) عند بلوغ المحرك نقطة (LS1) و عند عمل (R2) يتم فصل تشغيل الكونتاكتور (C1) و الذي يعمل من خلال توصيل المفتاح (SS1).

(CC17 – CC18) الربط الذاتي و دائرة (تشغيل - إيقاف) (Start – Stop) :



كل ما سبق من دوائر كان الإرتباط يكون بين خطين مختلفين (بأن يكون الملف في خط و تكون نقطة التلامس في خط آخر) و لكن ماذا يحدث إذا كان كل من الملف ونقطة التلامس واقعين في نفس الخط ؟ و كيف سيؤثر الخط على نفسه ؟

تعرض (CC17) هذه الحالة من الربط الذاتي حيث يؤثر الخط على نفسه . فبمجرد الضغط على (PB1) يعمل ملف (R1) و يؤدي ذلك إلى إغلاق نقطة التلامس (R1) وذلك يخلق مسار بديل (توازي مع (PB1)) لتغذية الملف و بالتالي يستمر الملف في العمل حتى بعد فصل (PB1) و معنى ذلك أنه بمجرد تشغيل هذه الدائرة (بالضغط على (PB1)) فإنها تستمر في العمل و لا يمكن فصلها إلا بفصل التغذية الكهربية. و تسمى النقطة (R1) بنقطة الحفظ و يسمى (PB1) مفتاح التشغيل.

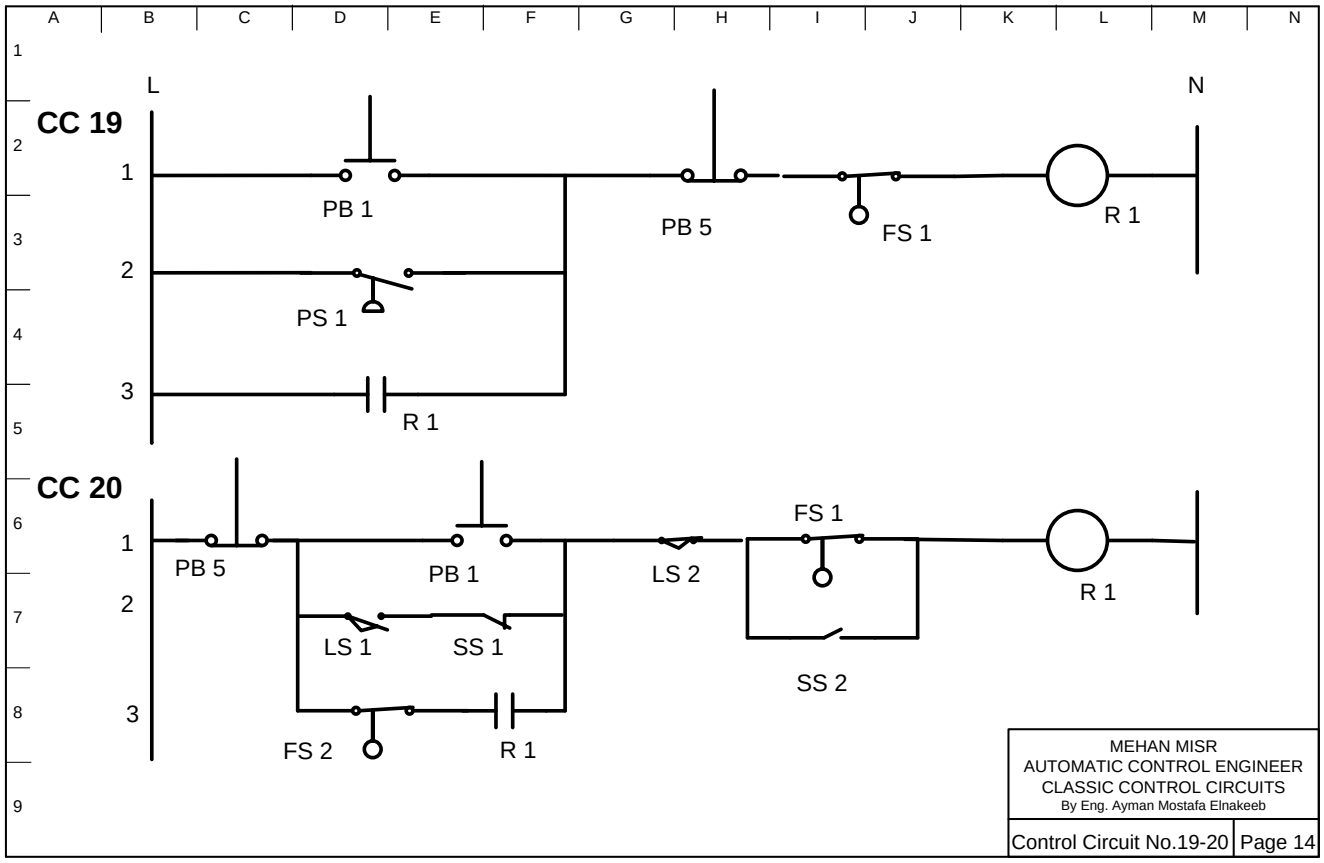
و الآن إذا أردنا أن نضيف وسيلة لإيقاف الدائرة عن العمل فإننا نضيف مفتاح (NC) حتى يمكن فصل الكهرباء عن الملف عند الضغط عليه (يسمى مفتاح الإيقاف) . وهناك مكانان يمكن أن نضع فيهما هذا المفتاح (كما هو موضح في (CC18)) :

1 -في الخط الرئيسي (L1) مثل مكان (PB5) وهذا يفصل الملف عند الضغط عليه و يمنع التشغيل طالما كان مضغوط حتى ولو ضغطنا على (PB1) و هذا يعني أن الإيقاف يكون له أولوية على التشغيل (وهذا هو الوضع المعتاد).
2 -في فرع التوازي (L2) الموجود به نقطة الحفظ مثل مكان (PB6) وهذا يفصل الملف عند الضغط عليه و لكنه لا يمنع التشغيل إذا ضغط على مفتاح التشغيل معه و هذا يعني أن التشغيل له أولوية على الإيقاف .

نستطيع الآن ببناء دائرة (تشغيل – إيقاف) (Start – Stop) من ملف و نقطة حفظ (نقطة تلامس مفتوحة على نفس الملف) و مفتاح تشغيل (No) و مفتاح إيقاف (NC).

وهذه الدائرة هي من أهم الدوائر المستخدمة في أغلب التطبيقات خاصة في تشغيل وإيقاف المحركات (كما سنرى في الدوائر التطبيقية) . وهي اشبه ما يكون بوحدة ذاكرة تحتفظ (تتذكر) إشارة التشغيل (و التي يمكن أن تأتي من أي دائرة كهربية أخرى) وتستمر في العمل بها (حتى بعد زوالها) إلى أن تتلقى إشارة أخرى بالإيقاف (يمكن أيضاً أن تأتي من أي دائرة كهربية أخرى) فتتوقف عن العمل و تظل متوقفة إلى أن تتلقى إشارة تشغيل ثانية و هكذا .

(CC19 - CC20) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة النقاط :



بعد أن فهمنا الفكرة الرئيسية لدائرة (تشغيل – إيقاف) سنقوم الآن بتطوير الدائرة بحيث يمكن تشغيلها من أكثر من نقطة و كذلك إيقافها من أكثر نقطة و ذلك كالتالي :

1 -لنضع أكثر من نقطة لتشغيل الدائرة فلابد أن يكون تشغيل أي نقطة منهم يؤدي لتوصيل الكهرباء للملف و بالتالي تشغيل الدائرة و هذا لا يتحقق إلا بجعل هذه النقاط مفتوحة و في وضع توازي (مع وضع نقطة الحفظ توازي معهم).

2 -لنضع أكثر من نقطة لإيقاف الدائرة فلابد أن يكون تفعيل أي نقطة منهم يؤدي لفصل الكهرباء عن الملف و هذا لا يتحقق إلا بجعل هذه النقاط مغلقة طبيعيا و توصيلها معا على التوالي .

و إذا لنصنع دائرة متعددة في نقاط التشغيل و الإيقاف فإننا نجعل نقاط التشغيل مفتوحة و نوصلها على التوازي و نجعل نقاط الفصل مغلقة و نوصلها على التوالي .

و توضح الدائرة (CC19) نموذج لهذه الدائرة حيث يقوم كل من (PB1) و (PS1) بدور مفتاح التشغيل (مفتوحة توازي) . و يقوم كل من (PB5) و (FS1) بدور مفتاح الإيقاف (مغلقة توالي) .

و يمكن كتابة الجملة المنطقية لهذه الدائرة كالتالي :

IF ((PB1) OR (PS1) OR (R1)) And Not (PB5) And Not (FS1)

Then (R1)

وهذا هو الشكل القياسي للجملة المنطقية لدائرة (التشغيل – الإيقاف) المتعددة

ملاحظات :

بالرغم مما ذكرنا من أن نقاط التشغيل تكون موصلة على التوازي و نقاط الفصل تكون موصلة عل التوالي إلا أن الدائرة قد تكون من التعقيد بحيث لا يظهر هذا الامر كما في (CC20) حيث يبدو ظاهريا أن نقاط التشغيل (LS1) و (SS1) موصلة على التوالي ونقاط الفصل (FS1) و (SS2) موصلة على التوازي وهذا خلاف ما ذكرنا !!

و لكن عند التأمل نجد أننا يمكن أن نعتبر (LS1) و (SS1) كأنهما نقطة واحدة وهذه النقطة موصل في الدائرة توازي مع باقي فروع التشغيل .

و كذلك نجد أن (FS1) و (SS2) يمكن أعتبارهما كأنهما نقطة واحدة موصلة على التوالي مع باقي نقاط الفصل .

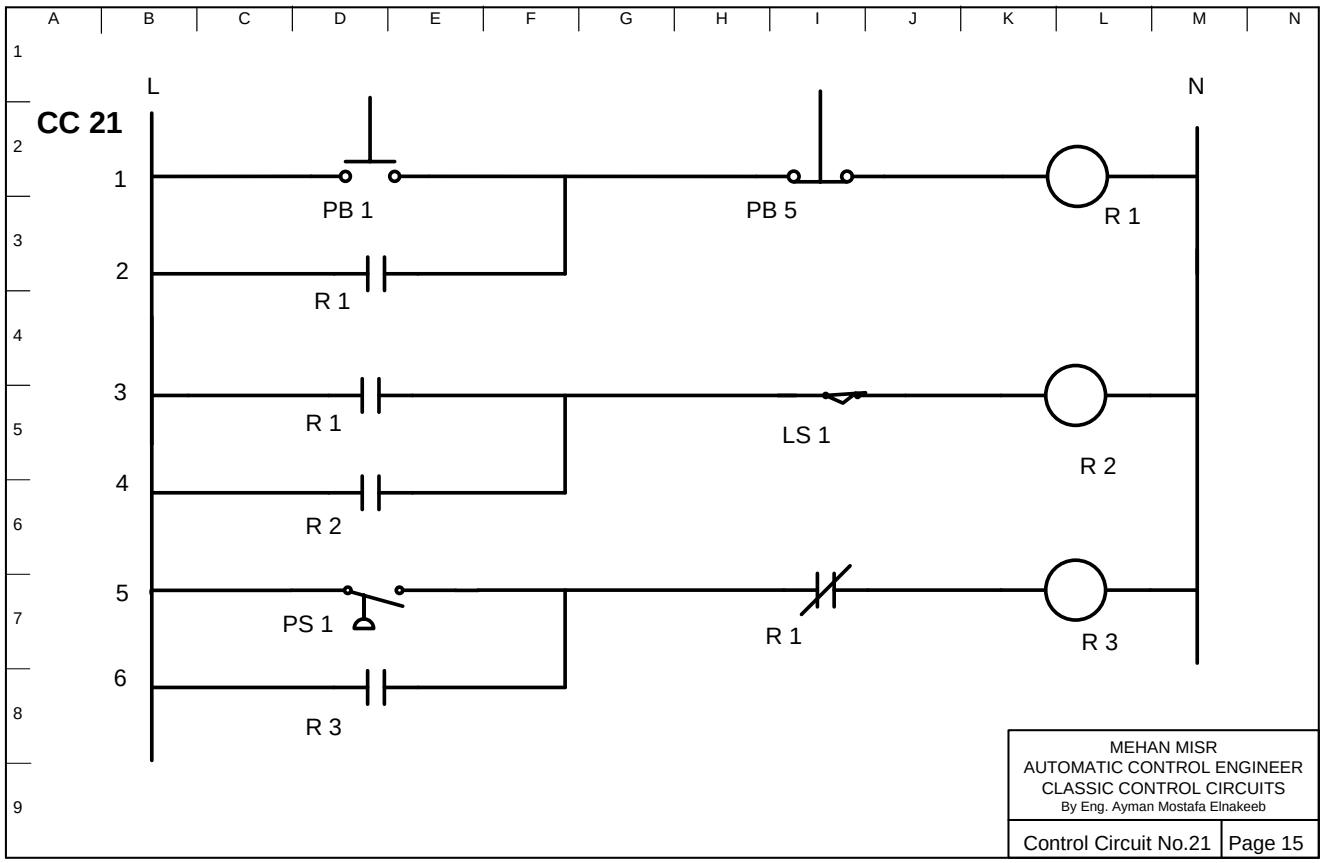
ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح في الجملة المنطقية المعبرة عن الدائرة :

IF Not (PB5) And ((PB1) OR ((LS1) And Not (SS1)) OR (Not (FS2) And (R1)) And Not (LS2) And (Not (FS1) OR Not (SS2)) Then (R1)

لاحظ أيضا أنه قد توضع نقطة على التوالي مع نقطة الحفظ (في نفس الفرع) مثل (FS2) في المثال السابق و هذا يعني أن إغلاق هذه النقطة شرط في استمرار عمل نقطة الحفظ فهي نقطة فصل و ليست نقطة توصيل (راجع النوع الثاني من نقاط الفصل).

لاحظ أيضا أنه لايشترط ترتيب نقاط التوصيل و الفصل ففي المثال السبق جاءت (PB5) أولاً (وهي نقطة فصل) ثم جاءت نقاط التوصيل (ومعها نقطة الفصل (FS2)) ثم جاءت باقي نقاط الفصل.

(CC21) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة الخطوط (الدوائر) :

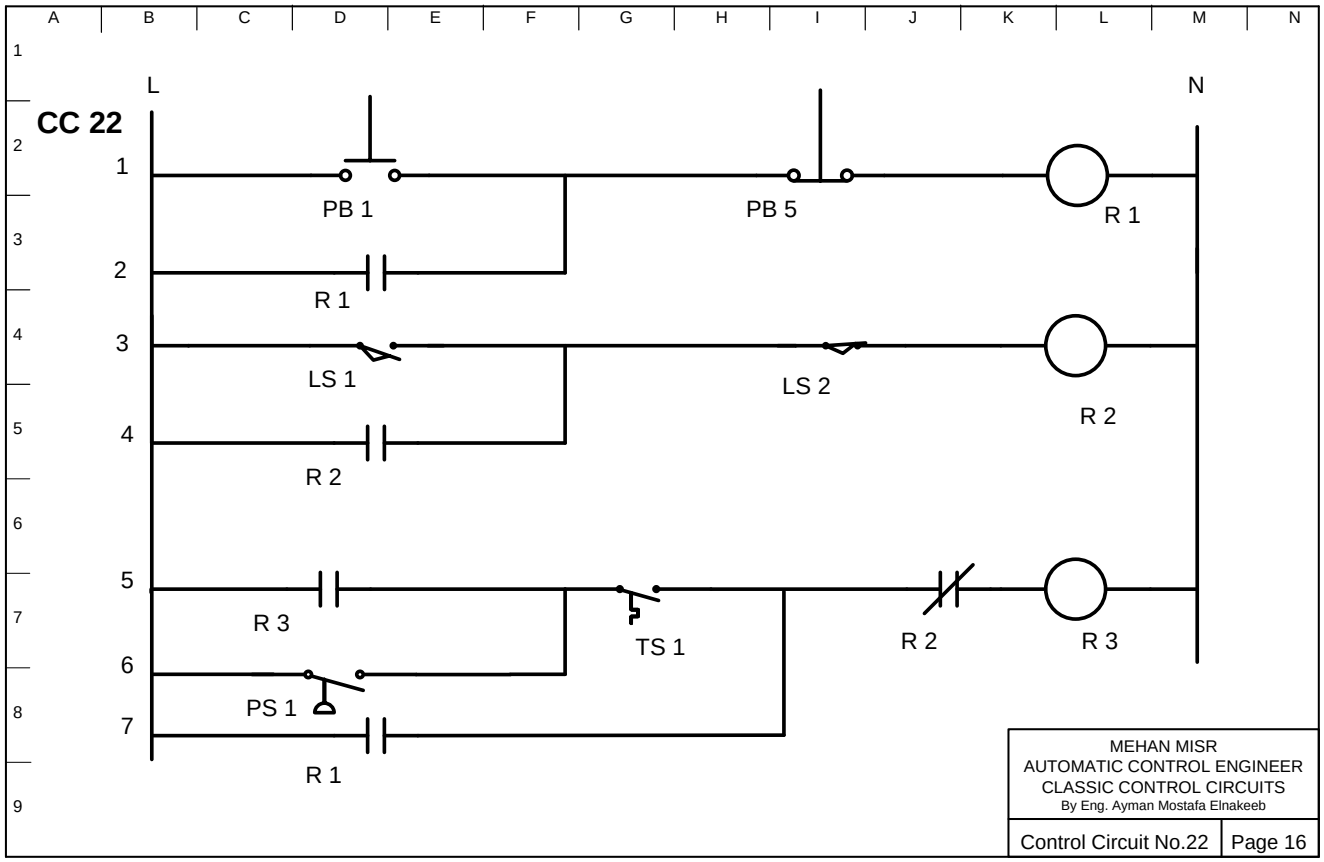


بعد فهمنا دائرة (التشغيل – الإيقاف) يمكننا الأن أن نصنع دائرة تحتوي على أكثر من خط (دائرة) تشغيل – إيقاف . وهذه الخطوط (الدوائر) قد تكون مستقلة بمعنى أنه لا تاثير لأي خط على الآخر و هذا لا إشكال فيه فهي مجموعة منالدوائر المستقلة ذات تغذية واحدة. وقد تكون هذه الدوائر مرتبطة يؤثر بعضها في بعض. وهذا التأثير قد يكون إيجابيا بمعنى أن تشغيل الخط الأول يؤدي لتشغيل الخط الثاني. و قد يكون تأثير سلبي (عكسي) بمعنى أن تشغيل الخط الأول يؤدي لإيقاف الخط الثاني.

و الدائرة (CC21) تعرض مثال لذلك فالخط الأول (R1) يتم تشغيله بواسطة (PB1) وإيقافه بواسطة (PB5) ثم يقوم (R1) بتشغيل الخط الثاني (L3) حيث يحل (R1) فيه محل مفتاح التشغيل (تأثير إيجابي). ويتم الإيقاف بواسطة (LS1).

وبالنسبة للخط الثالث (L5) فإنه يتم تشغيله بواسطة (PS1) بينما يؤدي الخط الأول (R1) دور مفتاح الإيقاف بالنسبة له (تأثير عكسي).

(CC22) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة الخطوط - متعددة التأثير/ التأثر :



بعد أن رأينا كيف يمكن أن تؤثر دائرة (تشغيل – إيقاف) في أخرى (إيجاباً أو سلبا) نرى الآن كيف يمكن أن يوجد تأثير أو تأثر متعدد (تؤثر دائرة في أكثر من دائرة أو تتأثر دائرة بأكثر من دائرة) .

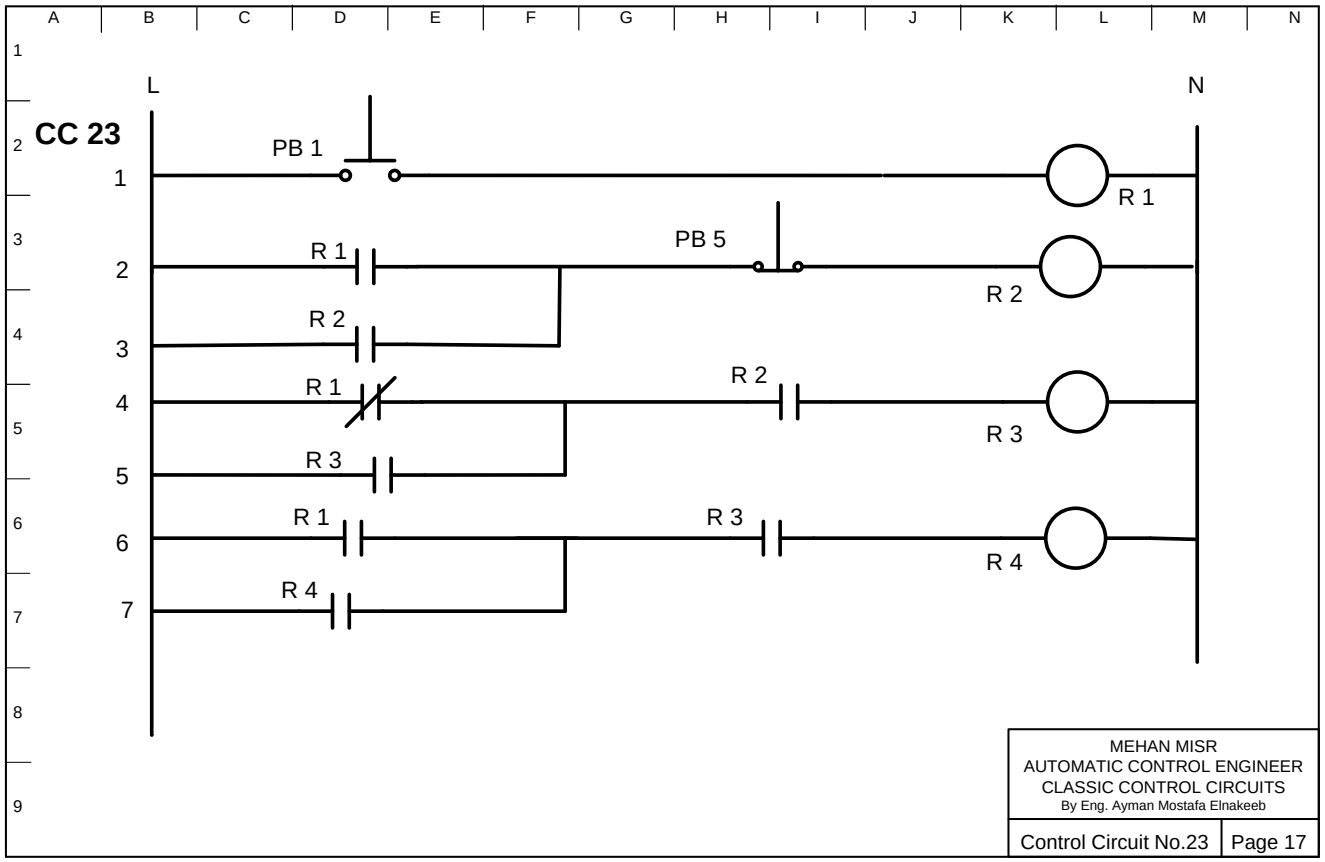
والدائرة السابقة (CC21) كانت نموذج لتأثير متعدد حيث يؤثر (R1) في (R2)و(R3).

وتعرض (CC22) نموزج لتأثر دائرة بأكثر من دائرة. فدائرة (R3) تتأثر بكل من دائرة (R1) تأثير إيجابياً (تشغيل) و(R2) تأثير سلبياً (إيقاف).

ونلاحظ أن (R3) تتأثر بنقاط تشغيل و إيقاف أخرى غير (R1) و (R2) فهي دائرة متعددة نقاط التشغيل و الإيقاف. فالإيقاف يتم (بالإضافة ل (R2)) بواسطة (TS1) وهي نقطة إيقاف (لأنها موصلة على التوالي) بالرغم من أنها مفتوحة و معنى كونها مفتوحة أن الحرارة لو قلت عن قيمة إغلاق (TS1) يتم الإيقاف.

و التشغيل يتم (بالإضافة ل (R1)) بواسطة (PS1) . و نلاحظ في هذه الدائرة أختلاف أولويات التشغيل و الإيقاف فأعلى أولوية للإيقاف بواسطة (R2) ثم التشغيل بواسطة (R1) ثم الإيقاف بواسطة (TS1) ثم التشغيل بواسطة (PS1).

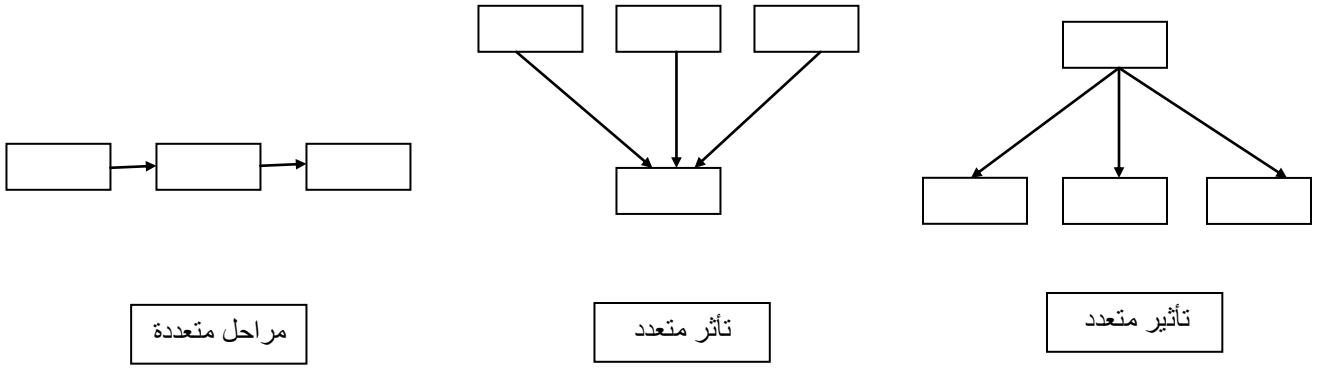
(CC23) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة المراحل :



و الآن يمكننا أن ننتقل لدراسة دائرة (التشغيل – الإيقاف) متعددة المراحل حيث تقوم دائرة بتشغيل أخرى وهذه بدورها تقوم بتشغيل (أو إيقاف) دائرة ثالثة وهكذا.

ملاحظة:

يمكن تمثيل كل من التاثير المتعدد و التاثر المتعدد و المراحل المتعدة برسم مخطط صندوقي (Block Diagram) مثل الموضح في الشكل التالي:



والدائرة (CC23) تعرض لنموذج متعدد التأثير – متعدد المراحل

فهي متعددة التأثير لأن تشغيل (R1) يؤثر في تشغيل (R2) و (R4) و فصل (R1) يؤثر في تشغيل (R3).

وهي متعددة المراحل لأن تشغيل (R2) ضروري لتشغيل (R3) و تشغيل (R3) ضروري لتشغيل (R4).

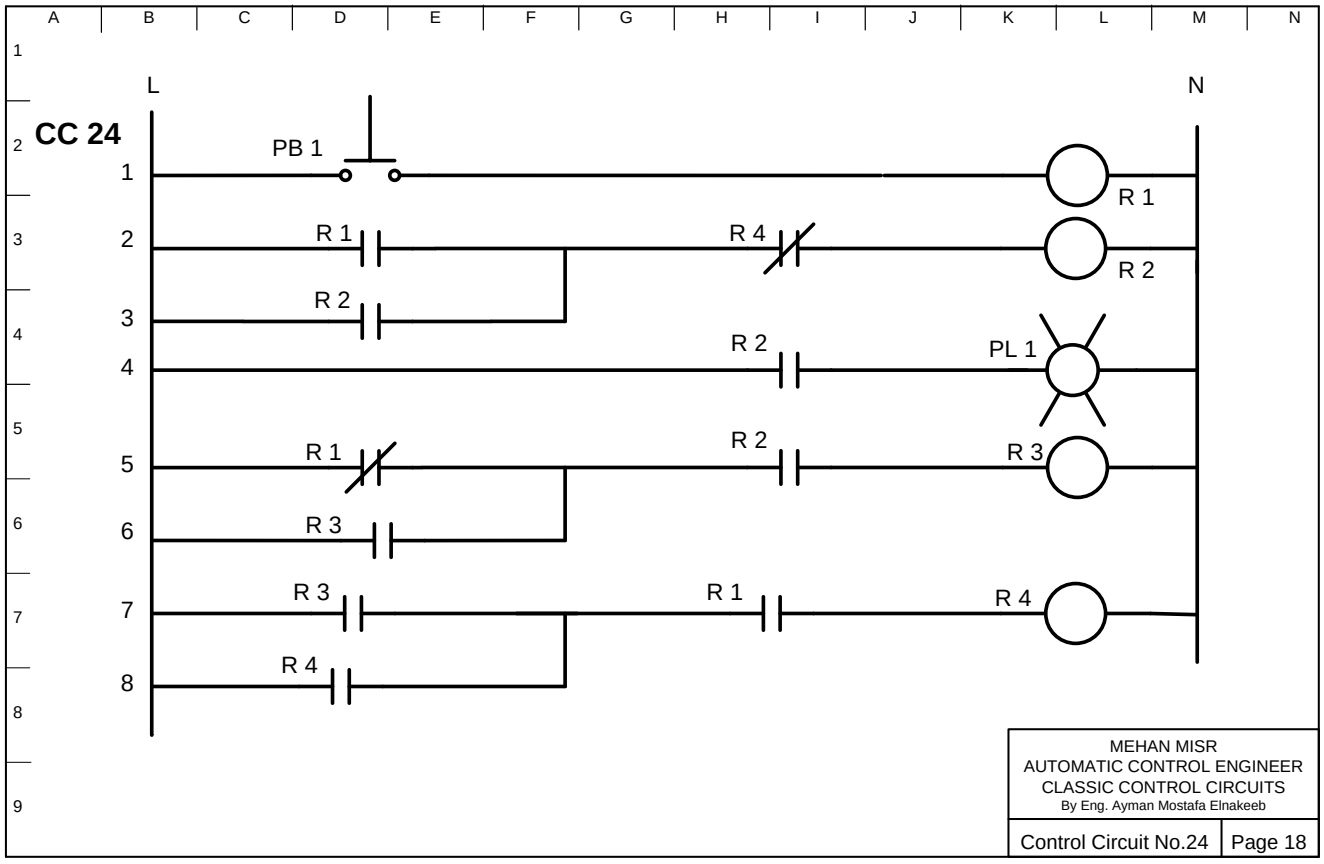
ويمكن شرح عمل الدائرة كالتالي:

1 -عند الضغط على (PB1) يعمل (R1) و يؤدي ذلك لعمل (R2) أيضا لأن (R1) يقوم بدور مفتاح التشغيل له. (بشرط أن لا يعمل مفتاح الفصل (PB5))
2 -عند ترك (PB1) يفصل (R1) و يؤدي ذلك لعمل (R3) لأن فصل (R1) يقوم بدور مفتاح التشغيل له. (لم يعمل قبل ذلك لأن (R2) وهو يقوم بدور مفتاح الإيقاف كان مفتوحاً).
3 -عند الضغط على (PB1) للمرة الثانية يعمل (R1) و يؤدي ذلك لعمل (R4) لأن (R1) يقوم بدور مفتاح التشغيل له(لم يعمل قبل ذلك لأن (R3) وهو يقوم بدور مفتاح الإيقاف كان مفتوحاً).

4 -عند الضغط على (PB5) يفصل (R2) وبالتالي يفصل (R3) و بالتالي يفصل (R4) و تعود الدائرة لحالتها الأولى.

و يمكن زيادة عدد المراحل في الدائرة كما نشاء وتعمل المراحل بشكل متتابع مع تشغيل وفصل (PB1) و بالتالي يمكن أعتبار هذه الدائرة دائرة عداد حيث تقوم الدائرة بعد عدد مرات الضغط على (PB1) (نحتاج 2 ريلاي لكل ضغطة : ريلاي لتسجيل الضغط و ريلاي لتسجيل الفصل . فلو أردنا مثلاً عد إشارة تصل و تفصل 10 مرات فنحن في حاجة لعدد 20 ريلاي لأداء هذه المهمة !!).

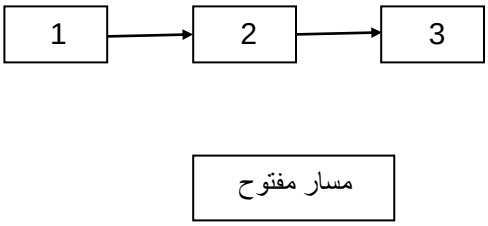
(CC24) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة المراحل ذات مسار مغلق :

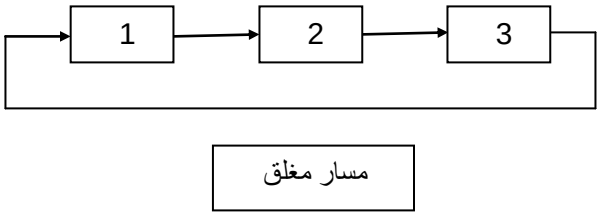


والآن و بعد أن فهمنا الدائرة متعددة المراحل حيث يقوم كل ريلاي بتشغيل (أو فصل) الريلاي الذي يليه حتى نهاية المراحل فعند إذ نتوقف (مسار مفتوح) و نحتاج لمفتاح آخر (مثل (PB5) في المثال السابق) ليعيد الدائرة لحالتها الأصلية. ولكن ما هو الحال لو كنا نريد ان تتكرر هذه الدورة بشكل آلي (بدون تدخل بشري) ؟ كيف نفعل هذا ؟

إذا كنا نريد للدائرة أن تسير في مسار مغلق (تكرر نفسها آلياً) فلابد لآخر مرحلة أن تعيد الدائرة لنقطة البداية ليتم إعادة تشغيل المرحلة الأولى مرة أخرى و هكذا في دورات مغلقة.

ويمكن تمثيل المسار المفتوح و المسار المغلق بالشكل التالي :





ويتم ذلك في (CC24) بأن تحل نقطة مغلقة من(R4) محل مفتاح الإيقاف (PB5) في المثال السابق ومعنى ذلك أنه بمجرد تشغيل (R4) فإنه يقوم بفصل الدائرة كلها وإعادتها لحالتها الأصلية.

ولاحظ هنا أن نقطة الحفظ (R4) تم وضعها على التوازي مع (R3) لأنها تفصل بمجرد تشغيل مما يؤدي لفصل (R4) نفسه !! ومع استمرار الضغط على (PB1) فإن (R2) يعمل مباشراً و بالتالي لا يعود النظام لحالته الأصلية أبدا !!.

ولكن عند وضع نقطة (R4) على التوازي مع (R3) فإنها تحافظ على استمرار عمل (R4) حتى يتم فصل (PB1) و بالتالي يعود النظام لحالته الأصلية و يتهيأ لتشغيل المرحلة الاولى عند الضغط على (PB1) مرة أخرى.

ملاحظة :

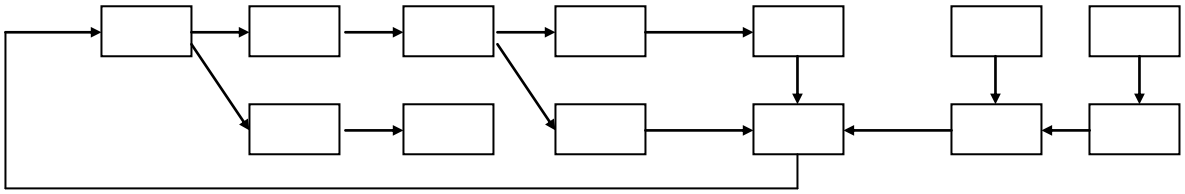
بمراجعة أداء هذه الدائرة نجد ان (R2) يعمل عند قدوم الإشارة من (PB1) و يستمر في العمل بعد زوالها . ثم يفصل عند قدوم الإشارة في المرة الثانية و يستمر في الفصل بعد زوالها . ثم يعمل مرة أخرى عند قدوم الإشارة للمرة الثالثة وهكذا ..

ومعنى هذا أن (R2) يغير حالته (من فصل إلى تشغيل و العكس) في كل مرة ترد فيها الإشارة و هذا يشبه تماما اداء المرحل التبادلي و بالتالي يمكن استخدام هذه الدائرة لتقليد اداء المرحل التبادلي باستخدام ريليهات عادية.

دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة المراحل متعددة المسارات :

تعرضنا فيما سبق للدئرة متعددة المراحل ذات المسار المفتوح و ذات المسار المغلق وكذلك عرضنا للدائرة متعددة التأثير حيث يؤثر ريلاي في أكثر من خط (إيجابا أو سلباً) و بالتالي فلا مانع من أن يؤثر ريلاي في أكثر من ريلاي ثم يؤثر كل ريلاي في ريلاي أو أكثر لتنشأ عدة مسارات (كل منها متعدد المراحل). و قد تكون بعض هذه المسارات مفتوحة و بعضها مغلق. وقد تتحد بعض المسارات في بعض المراحل ثم تتفرق في أخرى. وقد يؤثر مسار في أكثر من مسار وقد يتأثر بأكثر من مسار وهكذا.. في إحتمالات متعددة لانهائية لدوائر قد تكون بسيطة و قد تكون شديدة التعقيد ولكنها في النهاية تتكون من نفس الوحدات و الأفكار التي تم عرضها.

ملاحظة: لم نمثل لهذا النوع بدائرة للتنوع الشديد في الإحتمالات و لأن أغلبها سيكون معقد جدا بالنسبة لمستوى الطالب في هذه المرحلة . وسنعرض إن شاء الله لنماذج للدوائر متعددة المسارات في الدوائر التطبيقية (في المستوى الثاني). و يمكن الآن أن نكتفي بعرض نموذج لمخطط صندوقي (Block Diagram) لأحد هذه الدوائر.



نموزج لدائرة متعددة المراحل متعددة المسارات متعدة التأثير و التأثر

تدريبات :

أكتب الجمل المنطقية و ارسم الدوائر المعبرة عنها لتحقيق الاغراض الآتية :

1 -لدينا دائرة (تشغيل – إيقاف) يتم تشغيلها بالعوامة (FS1) و إيقافها بالعوامة (FS2) و هذه الدائرة تقوم بتشغيل الكونتاكتور(C1) و الذي يحتفظ بتشغيله بعد ذلك إلى أن يتم فصله يدوياً بواسطة الضغط على (PB5).

2 -عند حدوث أرتفاع في الضغط عن (PS1) تضيء لمبة الإنذار (PL1) وتستمر كذلك حتى بعد انخفاض الضغط إلى أن يتم الضغط على مفتاح (Reset).وكذلك عند ارتفاع الماء عن (FS1) تضيء لمبة الإنذار(PL2) وتستمر بعد انخفاض الماء إلى أن يتم الضغط على نفس مفتاح ال(Reset) . ويتم تشغيل المحرك بواسطة الكونتاكتور (C1) و الذي يتم تشغيله بواسطة المفتاح (PB1) و فصله بواسطة الضغط على(PB2) و لكن يشترط لتشغيل المحرك أن لا تكون أي لمبة إنذار مضاءة.

3 -يتم تشغيل المحرك في اتجاهين أمامي و خلفي عن طريق 2 كونتاكتور (C1) و (C2) . ويتحدد مشوار الحركة بواسطة 2 ليمت سويتش (LS1) و (LS2) .و يتم أختيار التجاه عن طريق ريلاي تحديد الاتجاه (R1) (يعمل (R1) بواسطة (LS1) فيحدد الاتجاه الامامي و يفصل بواسطة (LS2) فيحدد التجاه الخلفي).

خلاصة دوائر المرحلات (Relays)

1 -يقوم المرحل (Relay) بربط خطين (إيجابياً) بأن يؤدي تشغيل الخط إلى تشغيل الآخر أو (سلبياً) بأن يؤدي تشغيل الخط لفصل الآخر.
2 -يمكن أن يتم الربط بشكل متعدد التأثير (بأن يؤثر الريلاي في أكثر من خط) أو متعدد التأثر (بأن يتأثر الريلاي بأكثر من خط) أو متعدد المراحل (بأن يؤثر الريلاي في ريلاي ثاني ويؤثر هذا بدوره في ثالث وهكذا).
3 -يمكن أن يحدث الربط ذاتياً (على نفس الريلاي) بواسطة نقطة حفظ. وباستخدام مفتاحي تشغيل و إيقاف تنشأ دائرة (تشغيل – إيقاف).
4 -في الدائرة متعددة النقاط تكون نقاط التشغيل توازي مفتوح و تكون نقاط الإيقاف توالي مغلق.
5 -يمكن ربط دوائر (التشغيل – الإيقاف) معاً (إيجاباً أو سلباً) بشكل متعدد التأثير أو التأثر او متعدد المراحل.
6 -في الدائرة متعددة المراحل يمكن ان تسير المراحل في مسار مفتوح أو مسار مغلق أو تكون متعددة المسارات.

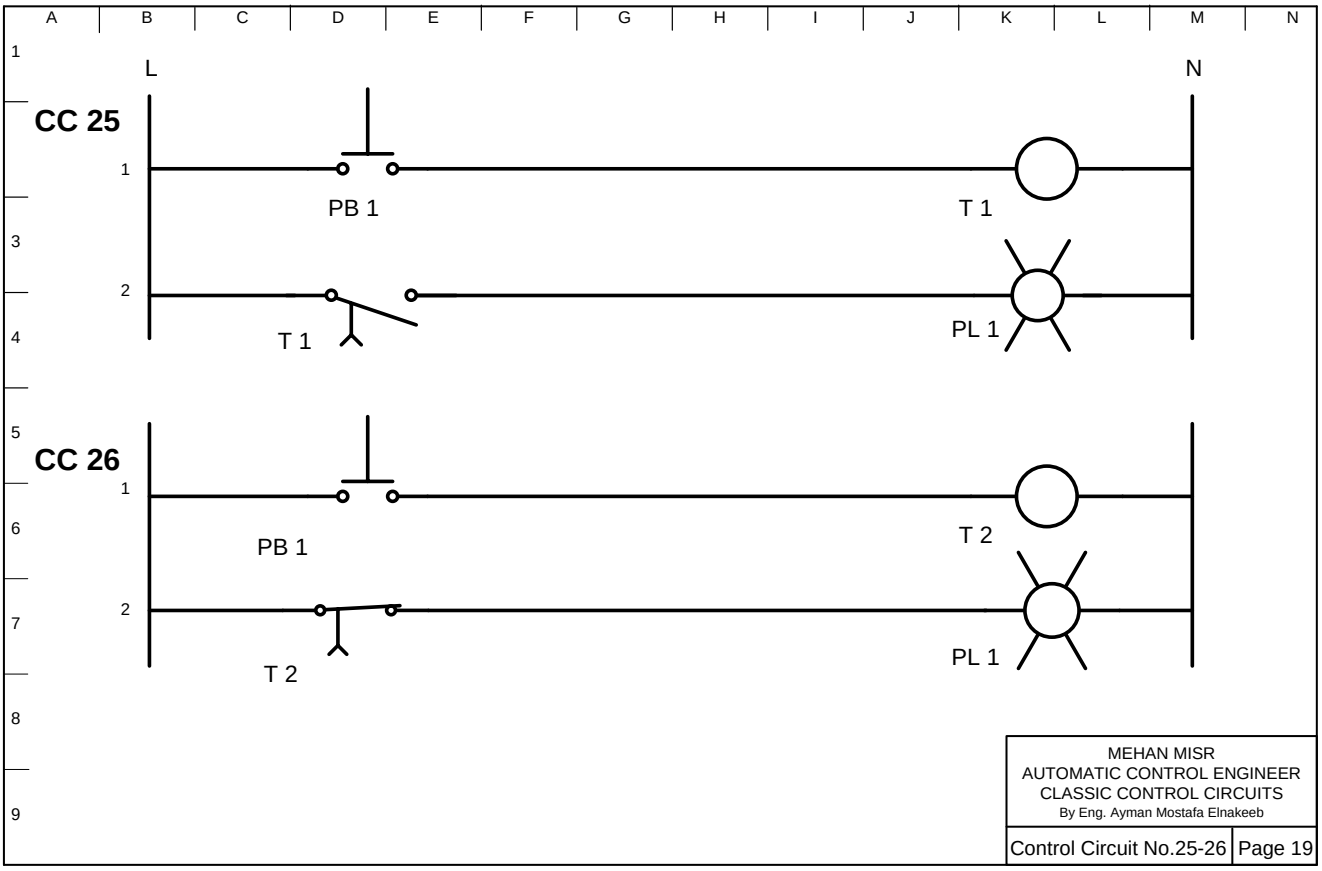
MehanMisr 2009 ©

ثالثاً : دوائر المؤقتات (Timers)

تشبه المؤقتات (Timers) المرحلات (Relays) بدرجة كبيرة حتى أنه يمكن اعتبار أنها نوع خاص من المرحلات و لذلك يسميها البعض مرحلات زمنية(Relays Time) فهي مثلها تتكون من وحدة دخل (ملف) و نقطة خرج (نقاط تلامس) و بالتالي فهي تقوم بالربط بين خطين : إيجاباً بحيث يؤدي تشغيل الخط إلى تشغيل الآخر (إذا كانت نقطة التلامس مفتوحة). أو سلباً بأن يؤدي تشغيل الخط إلى إيقاف الآخر (إذا كانت نقطة التلامس مغلقة).

إلا أن المؤقتات (Timers) تختلف عن المرحلات (Relays) في شيء أساسي هو العامل الزمني فالمرحلات (Relays) تفعل فورياً بمجرد وصول الإشارة للملف وتفصل فورياً بمجرد زوال الإشارة عن الملف . وأما المؤقتات (Timers) فقد يتأخر توصيلها عن وصول الإشارة للملف بزمن معين (T) (وتفصل بمجرد زوال الإشارة) وتسمى عندئذ مؤقتات التوصيل المتأخر (ON Delay Timers). وقد تفعل فورياً بمجرد وصول الإشارة ولكن لا تفصل بمجرد زوال الإشارة بل تتأخر بزمن (T) وتسمى عندئذ مؤقتات الفصل المتأخر (Off Delay Timers).

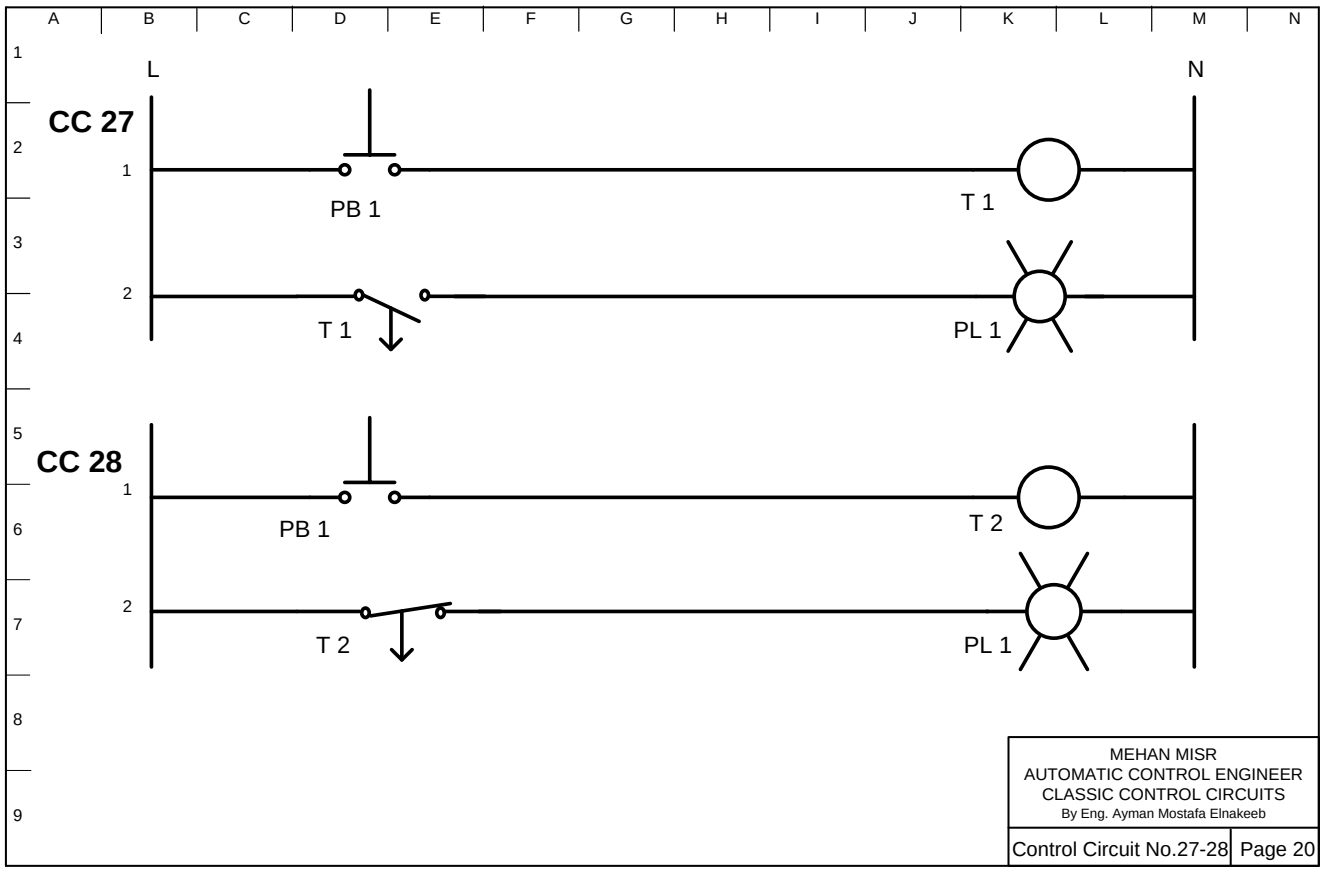
(CC25-CC26) مؤقتات التوصيل المتأخر (ON Delay Timers):



تبين الدائرة (CC25) نموذج لأداء مؤقت التوصيل المتأخر مع نقطة مفتوحة . فعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت و الذي يقوم باحتساب الفترة الزمنية المضبوط عليها ثم يقوم بإغلاق نقطة التلامس المفتوحة (T1) في الخط 2 وبالتالي تعمل اللمبة (PL1). ثم وبمجرد رفع اليد عن (PB1) يفصل المؤقت وبالتالي يفتح النقطة (T1) و تطفأ اللمبة (PL1).

و تبين الدائرة (CC26) نموذج لأداء مؤقت التوصيل المتأخر مع نقطة مغلقة. ففي البداية تكون النقطة (T1) في الخط 2 مغلقة وبالتالي تكون اللمبة (PL1) مضاءة. وعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت و الذي يقوم باحتساب الفترة الزمنية المضبوط عليها ثم يقوم بفتح النقطة (T1) وبالتالي تطفأ اللمبة (PL1). ثم وبمجرد رفع اليد عن (PB1) يفصل المؤقت وبالتالي تعود النقطة (T1) مغلقة و تعود اللمبة (PL1) للعمل.

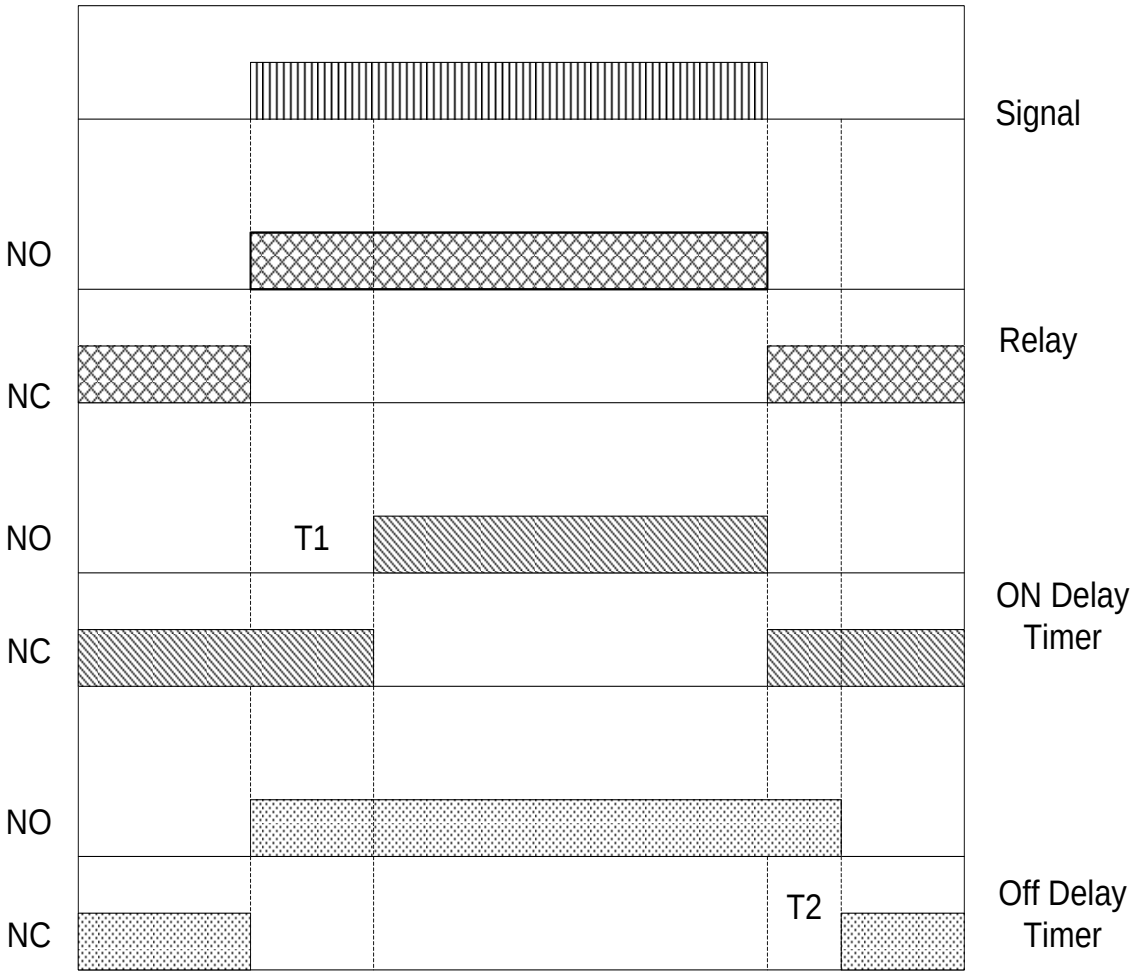
(CC27-CC28) مؤقتات الفصل المتأخر (Off Delay Timers):



تبين الدائرة (CC27) نموذج لأداء مؤقت الفصل المتأخر مع نقطة مفتوحة . فعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت فيقوم فوراً بإغلاق نقطة التلامس المفتوحة (T1) في الخط 2 وبالتالي تعمل اللمبة (PL1). ثم وبعد رفع اليد عن (PB1) يقوم المؤقت باحتساب الفترة الزمنية المضبوط عليها ثم يفصل وبالتالي يفتح النقطة (T1) و تطفأ اللمبة (PL1).

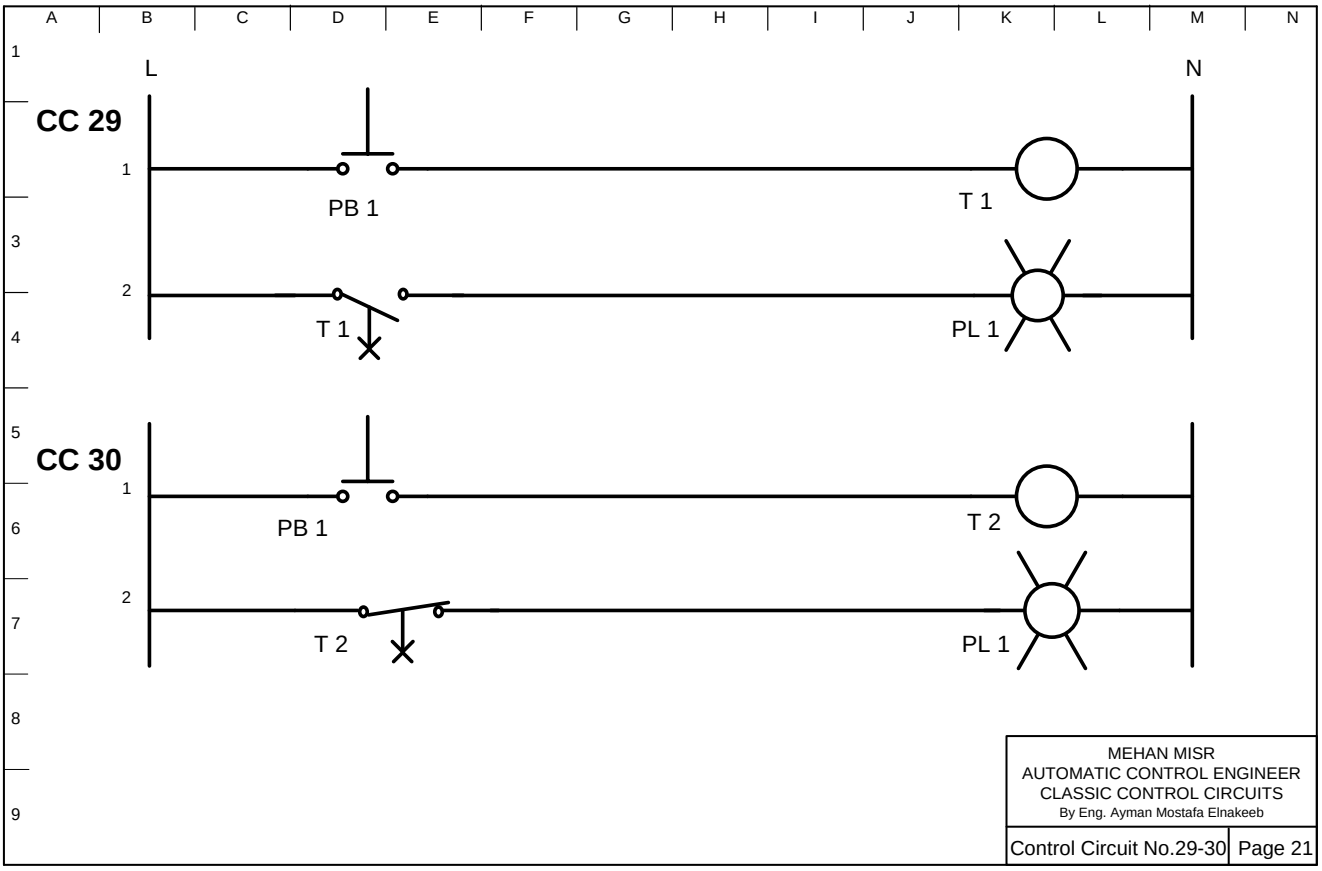
و تبين الدائرة (CC28) نموذج لأداء مؤقت الفصل المتأخر مع نقطة مغلقة. ففي البداية تكون النقطة (T1) في الخط 2 مغلقة وبالتالي تكون اللمبة (PL1) مضاءة. وعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت فيقوم فوراً بفتح النقطة (T1) وبالتالي تطفأ اللمبة (PL1). ثم وبعد رفع اليد عن (PB1) يقوم المؤقت باحتساب الفترة الزمنية المضبوط عليها ثم يفصل وبالتالي تعود النقطة (T1) مغلقة و تعود اللمبة (PL1) للعمل.

و الشكل التالي عبارة عن مخطط زمني يبين أداء كل من الريلاي و مؤقت التوصيل المتأخر و مؤقت الفصل المتأخر (نقطة مفتوحة – نقطة مغلقة) :



(CC29-CC30) مؤقتات التوصيل المتأخر والفصل المتأخر معاً و مؤقتات الزمن الدوري (ON&Off Delay Timers and Cycle Timers):

MehanMisr 2009 ©

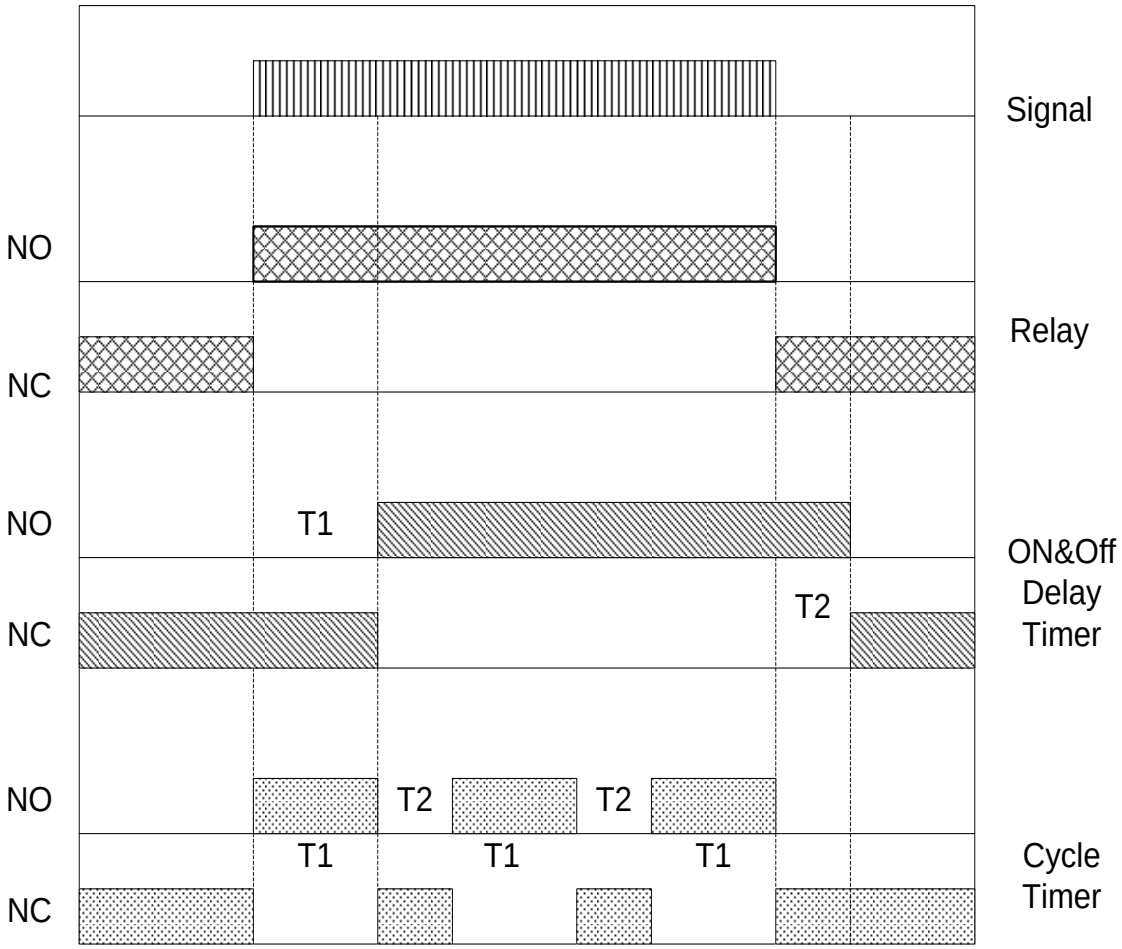


ويمكن أن يتم دمج النوعين السابقين معاً لينتج مؤقت يحتوي على زمنين : زمن (T1) لتأخير توصيل المؤقت عن وصول الإشارة . و زمن (T2) لتأخير فصل المؤقت بعد زوال الإشارة.

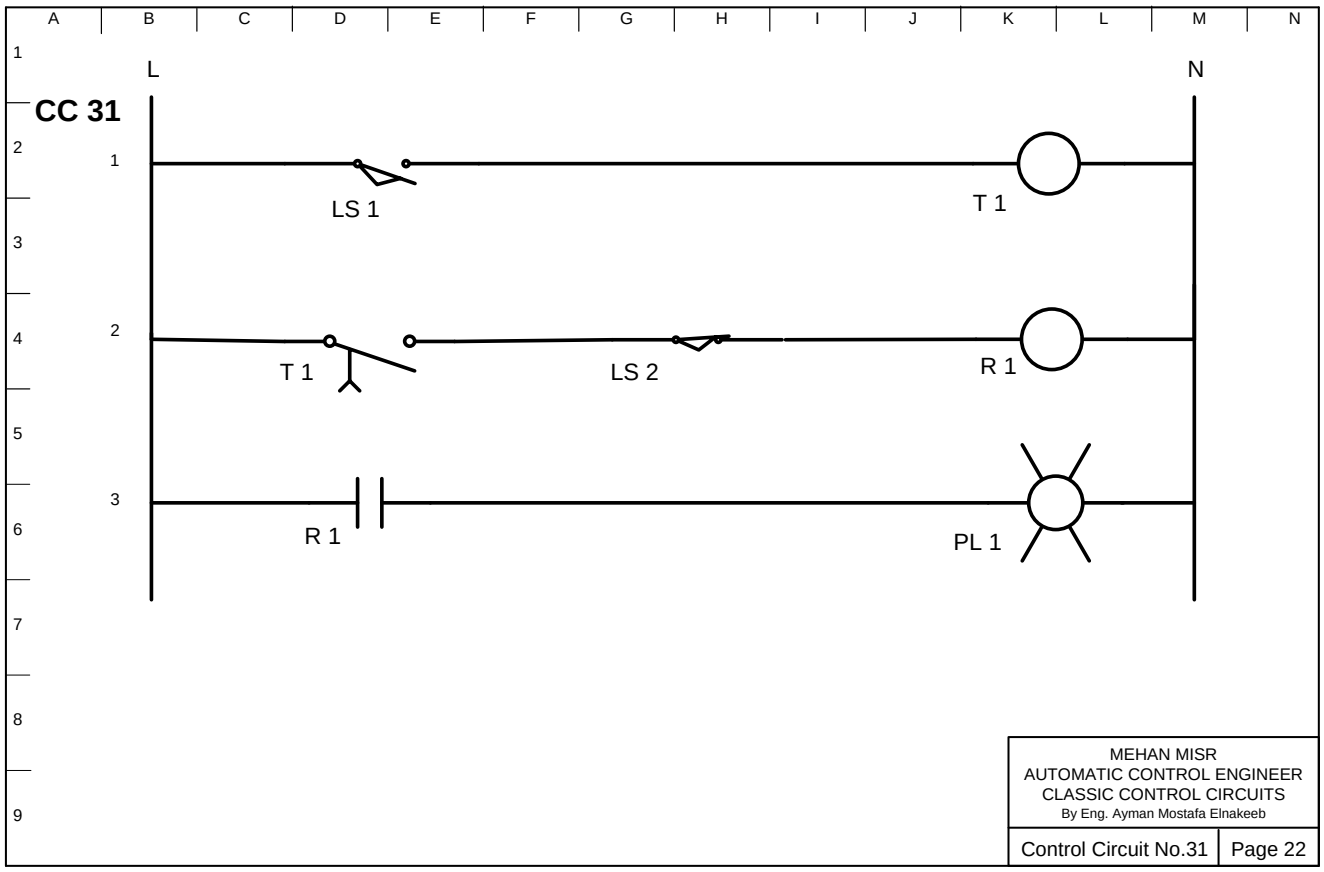
وتبين (CC29) استخدام هذا النوع المزدوج مع نقطة مفتوحة بينما تبين (CC30) استخدامه مع نقطة مغلقة.

وهناك نوع آخر من المؤقتات يسمى مؤقتات الزمن الدوري (Cycle Timer) حيث يحتوي المؤقت على زمنين : زمن تشغيل و زمن إيقاف وبمجرد وصول الإشارة للمؤقت فإنه يقوم بتبديل وضعه بين التشغيل و الإيقاف بشكل دوري حسب الأزمنة المضبوط عليها . ويمكن أيضاً اعتبار (CC29) و (CC30) نموذجان لهذا النوع (مع نقطة مفتوحة – نقطة مغلقة).

و الشكل التالي عبارة عن مخطط زمني يبين أداء كل من الريلاي و مؤقت التوصيل المتأخر والفصل المتأخر وكذلك مؤقت الزمن الدوري (نقطة مفتوحة – نقطة مغلقة) :

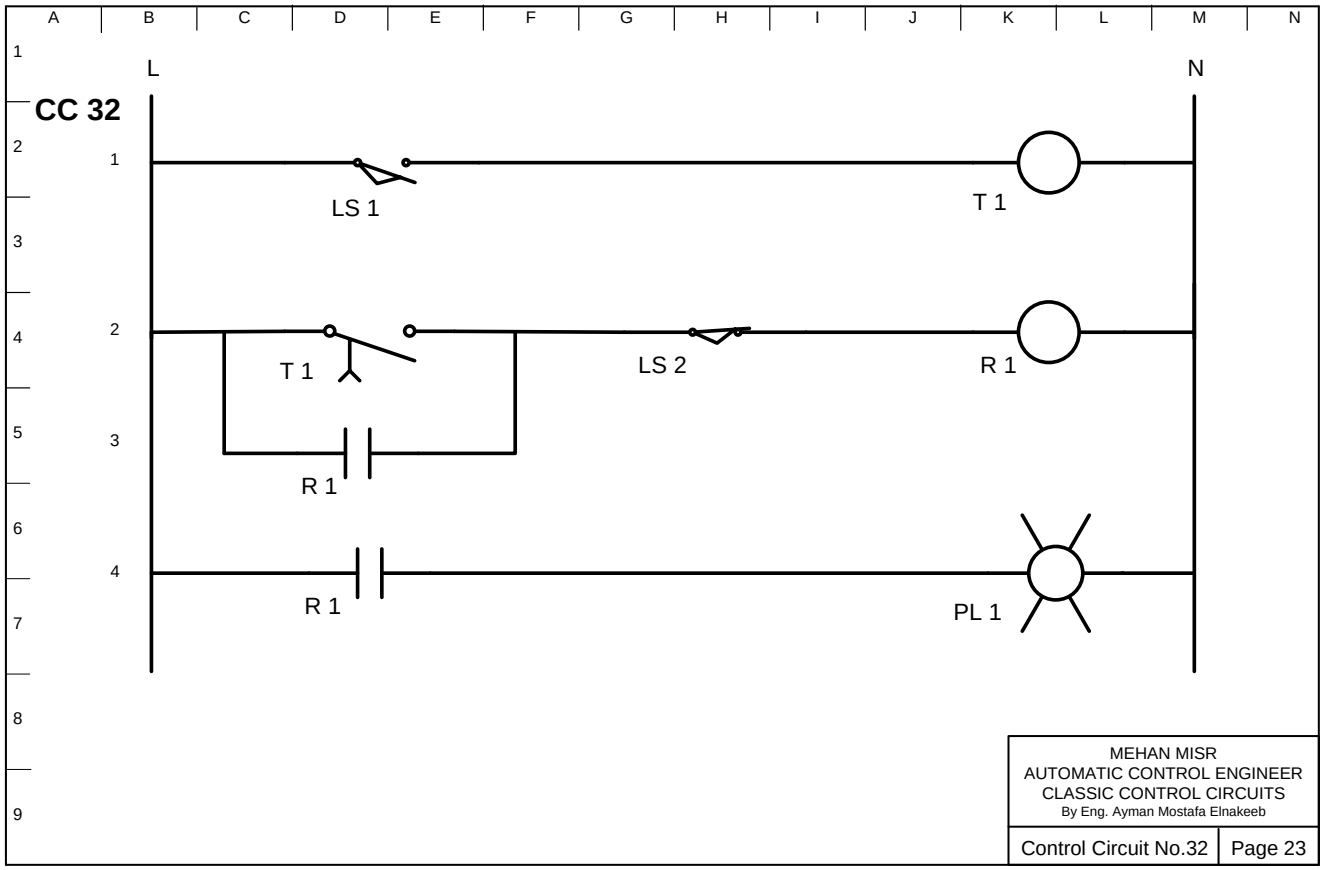


دوائر المؤقتات مع المرحلات : (CC31-CC34)



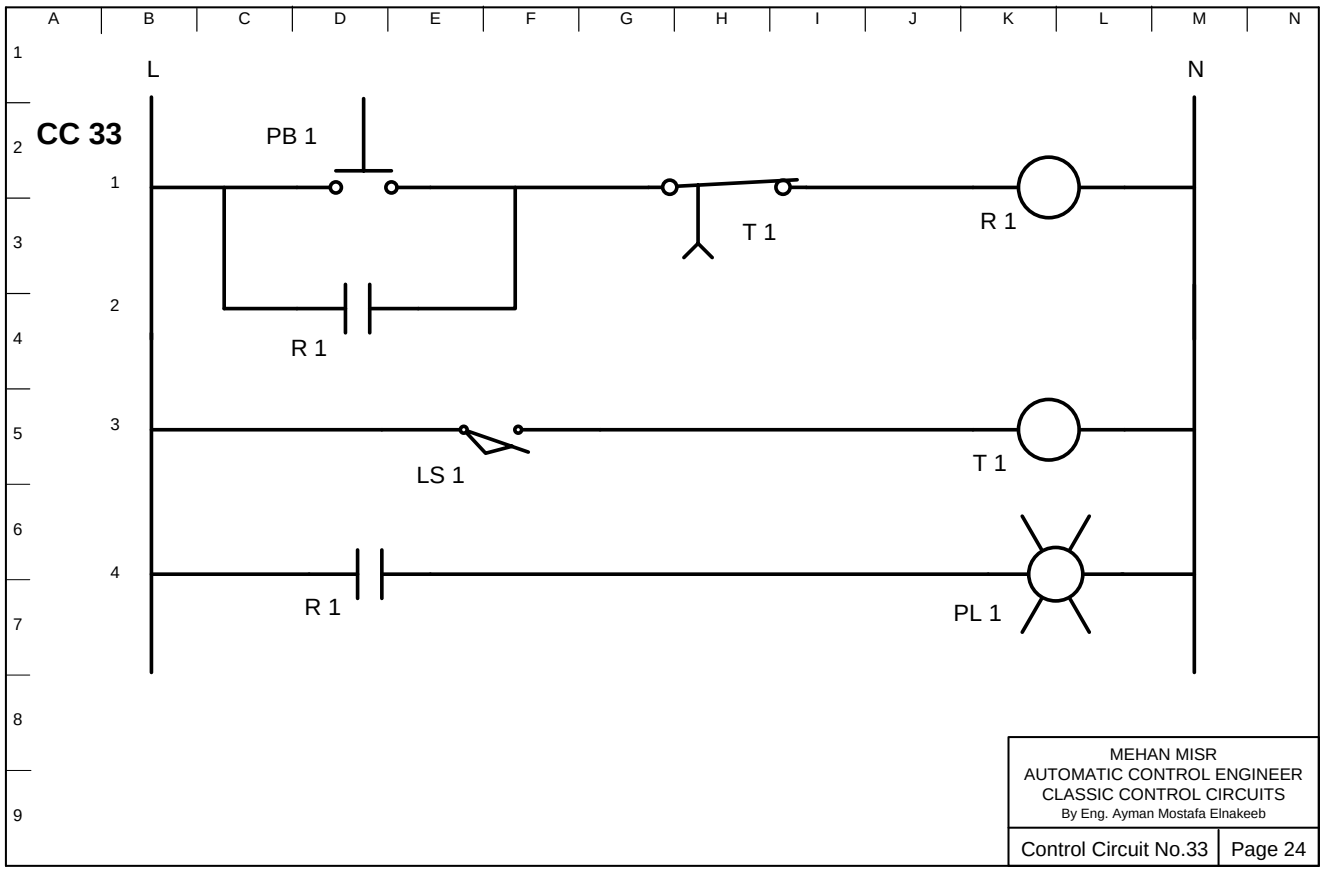
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.31 | Page 22



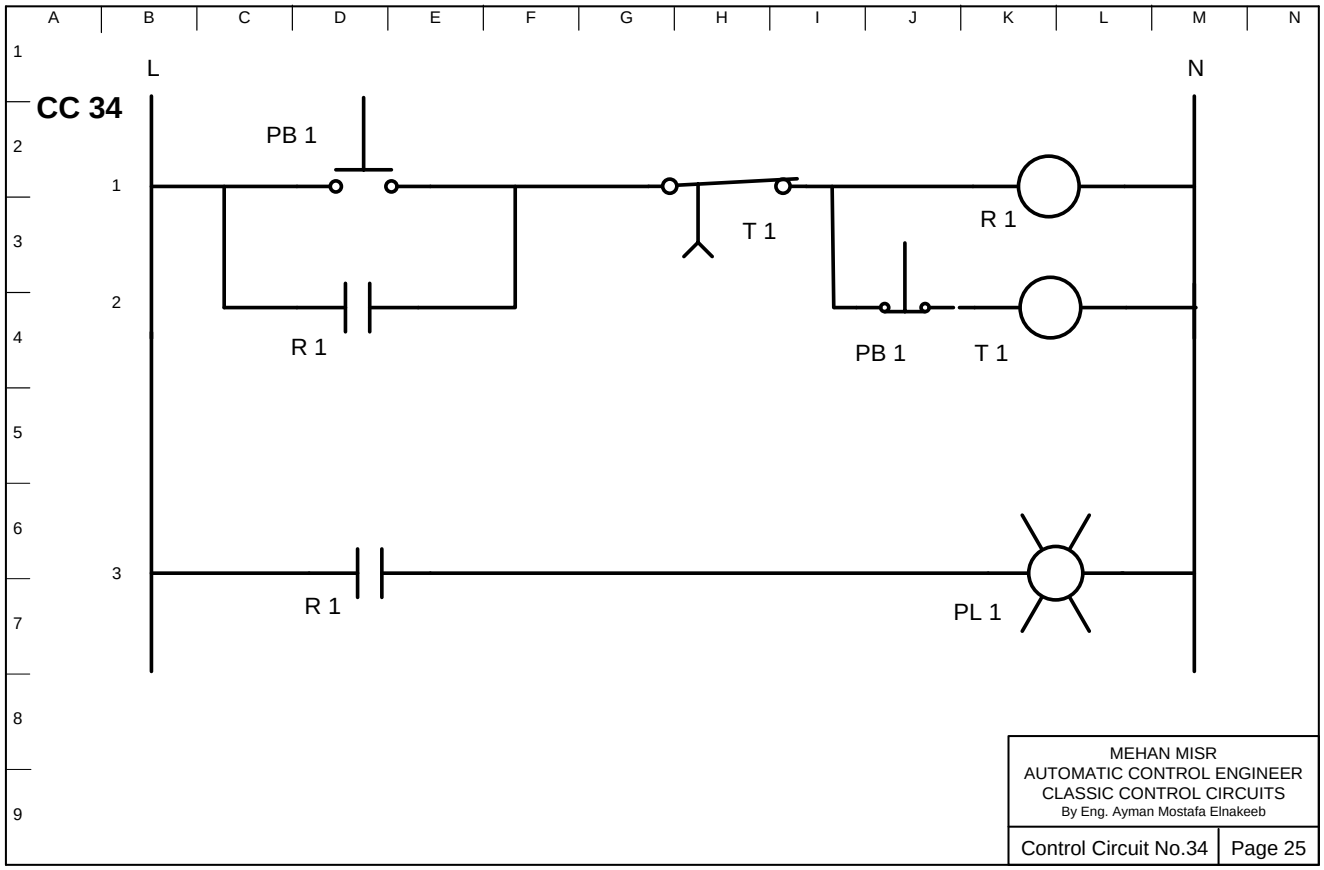
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.32 | Page 23



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.33 | Page 24



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.34 | Page 25

ذكرنا أن المؤقتات (Timers) هي نوع خاص من المرحلات (Relays) يتميز بوجود العامل الزمني . وبالتالي فمن الطبيعي أن توجد دوائر مشتركة تجمع المؤقتات والمرحلات معاً.

(CC31) نموذج بسيط لمثل هذه الدوائر حيث يحتوي الخط الأول من الدائرة على مؤقت (T1) بينما يحتوي الخط الثاني على مرحل (R1). وعندما يتم تفعيل المؤقت (T1) وذلك بإغلاق (LS1) يقوم المؤقت باحتساب الزمن المضبوط عليه ثم يقوم بإغلاق نقطة التلامس (T1) في الخط 2 و التي تقوم بتفعيل المرحل (R1) وذلك بشرط عدم تفعيل (LS2) ثم و بمجرد تفعيل المرحل فإنه يقوم بأغلاق نقطة التلامس (R1) الموجودة في الخط 3 و بالتالي تعمل لمبة الإشارة (PL1).

(CC32) تعرض لدائرة (تشغيل – إيقاف) تعتمد على المرحل (R1) (في خط 2) وتأتي إشارة التشغيل لهذه الدائرة عن طريق المؤقت (T1) . فعند إغلاق المفتاح (LS1) يحتسب المؤقت زمنه ثم يعطي إشارة التشغيل لدائرة المرحل و الذي يتحول لوضع التشغيل و يظل عليه حتى لو فصل المؤقت بعد ذلك (بفصل LS1) . و يستمر المؤقت في العمل إلى أن يتلقى إشارة الفصل (بفتح LS2). و أثناء عمل المرحل فإنه يغلق نقطة التلامس (R1) في خط 4 لتضيء لمبة الإشارة (PL1).

(CC33) تعرض لنموذج آخر حيث يقوم المؤقت بإعطاء إشارة الفصل لدائرة المرحل. فالمرحل (R1) يتم تشغيله بواسطة المفتاح (PB1) ليحتفظ بوضعه بعد ذلك . ثم عند إغلاق (LS1) فإن المؤقت (T1) يقوم بحتساب زمنه ثم يقوم بفتح النقطة المغلقة (T1) والتي تؤدي لفصل المرحل.

وهكذا نرى أن المؤقت يمكن أن يستخدم لإعطاء إشارة التشغيل أو إشارة الفصل لدائرة (تشغيل – إيقاف) . و يمكن بالطبع أن نستخدم مؤقتان لإعطاء كلا الإشارتين (التشغيل و الإيقاف) للدائرة بالتأخيرات الزمنية المطلوبة.

(CC34) تعرض نموذج خاص لاستخام المؤقت لإعطاء إشارة الفصل للدائرة . فالمؤقت هنا يعمل مع المرحل (وليس بإشارة خارجية) فبمجرد تشغيل المرحل (بالضغط على PB1) يعمل المرحل (ويستمر في العمل بعد فصل PB1 بفضل نقطة الحفظ المساعدة R1 في خط 2)

وبعد عمل المرحل (وفصل المفتاح PB1) (وقد أضيفت نقطة مغلقة من المفتاح PB1 في طريق المؤقت حتى لا يبدأ المؤقت في العمل إلا بعد فصل المفتاح) فإن المؤقت يبدأ في احتساب الزمن ثم يقوم بفتح النقطة المغلقة (T1) و بالتالي يعطي إشارة الإيقاف للمرحل ليفصل و يفصل معه المؤقت .

وبتأمل أداء هذه الدائرة نجد أنها تشبه تماماً أداء مؤقت الفصل المتأخر (حيث يعطي خرج بمجرد وصول الإشارة ثم يتأخر في الفصل بعد زوال الإشارة بمقدار الزمن المضبوط عليه) و بالتالي فإننا

يمكننا بواسطة هذه الدائرة أن نحصل على أداء مؤقت الفصل المتأخر بواسطة مؤقت توصيل متأخر (وهو أبسط و أرخص وأكثر توفراً) مع مرحل. ويمكن استخدام هذه الدائرة في إنارة سلالم العمارات مثلاً.

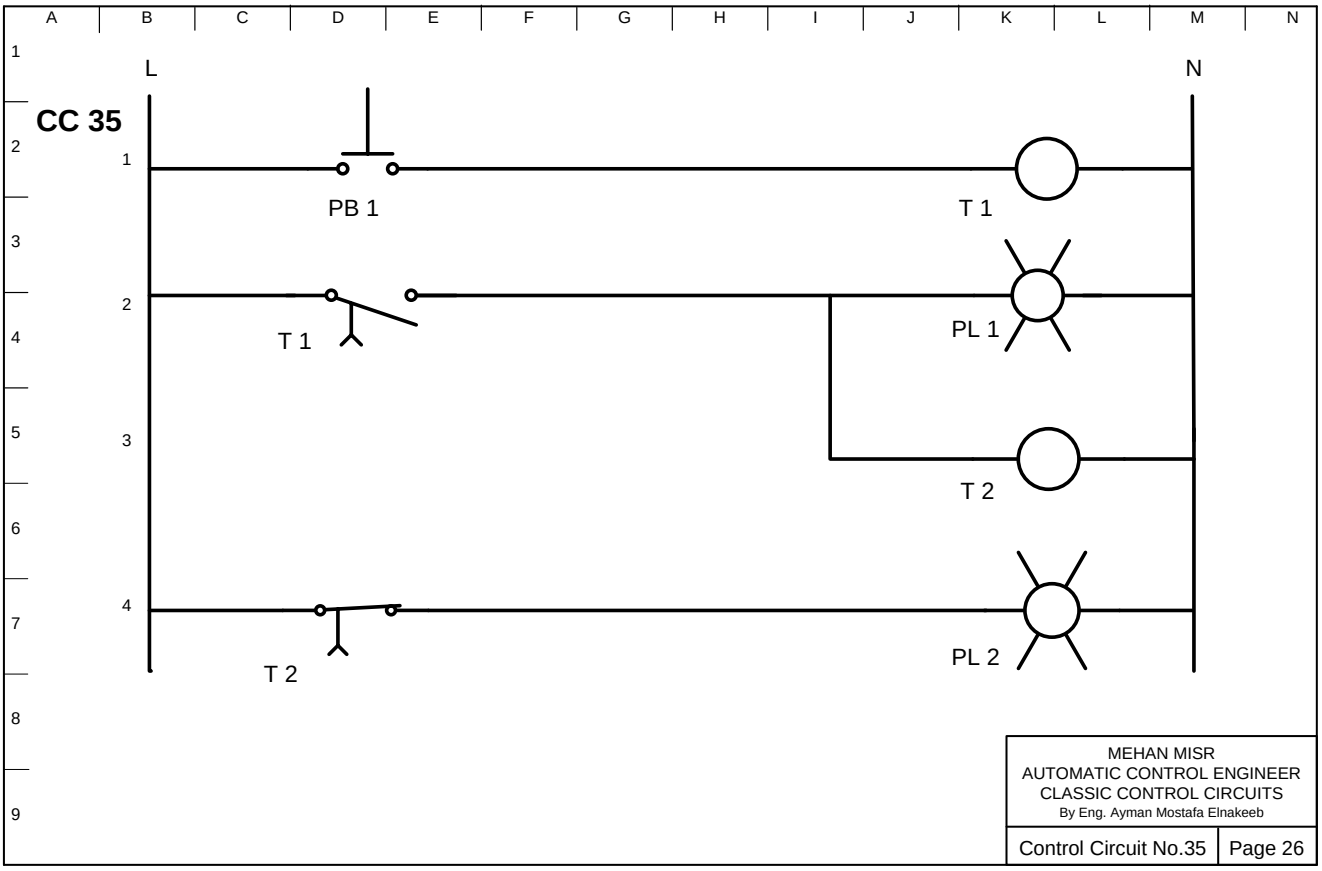
تدريبات :

ارسم الدوائر التي تحقق الأغراض الآتية (مع رسم المخطط الزمني للمرحلات والمؤقتات الموجودة في الدائرة):

1 -بمجرد إنخفاض الضغط عن مستوى (PS1) يعمل الكونتاكتور (C1) و يستمر في العمل لمدة 10 دقائق بعد ارتفاع الضغط عن قيمة (PS1).
2 -بمجرد الضغط على المفتاح (PB1) تضيء لمبة الإشارة (PL1) لمدة 5 ثواني ثم تطفأ بعد ذلك ليبدأ الريلاي (R1) في العمل و يستمر في العمل إلى أن يضغط على المفتاح (PB2).
3 -بمجرد الضغط على المفتاح (PB1) تضيء لمبة الإشارة (PL1) لمدة 10 ثواني ثم تطفأ لمدة 5 ثواني ثم يتكرر ذلك إلى أن يتم الضغط على المفتاح (PB2).

دوائر المؤقتات متعددة المراحل (CC35-CC38) :

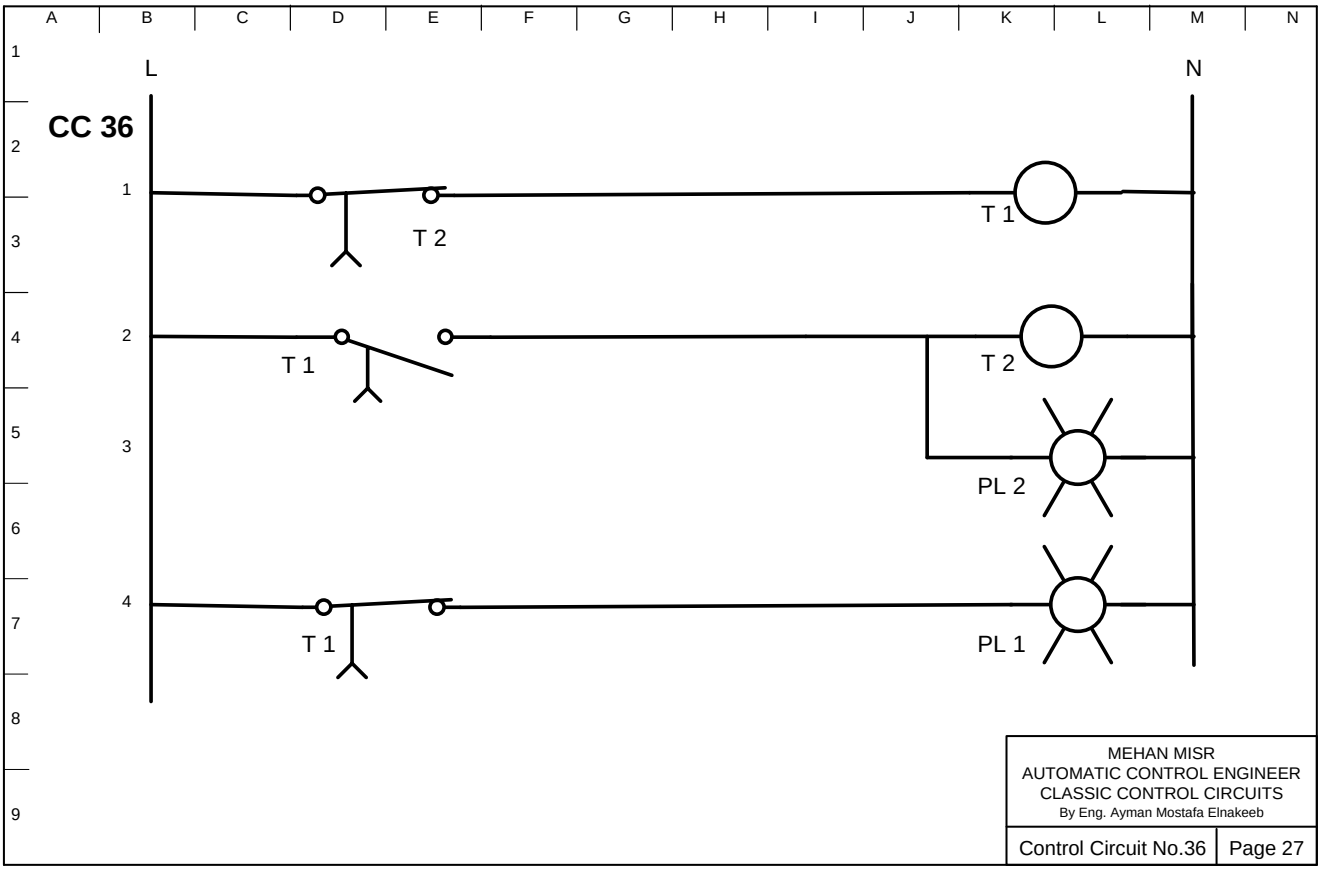
كما ذكرنا أن المؤقتات هي نوع خاص من المرحلات و بالتالي فينطبق عليها ما ينطبق على المرحلات من دوائر التأثير المتعدد (حيث يؤثر المؤقت على أكثر من خط بواسطة عدة نقط فيه مثل CC36) و دوائر التأثر المتعدد (حيث يتأثر المؤقت بأكثر من خط مثل CC34) و الدوائر متعددة المراحل (حيث تنتقل الإشارة من مؤقت إلى آخر) .



والدائرة (CC35) تعرض مثال بسيط لدائرة مؤقتات من مرحلتين (T1-T2) . حيث يؤدي الضغط على (PB1) إلى تفعيل (T1) و الذي يقوم بإغلاق النقطة (T1) في خط2 (بعد مرور زمنه) ويؤدي ذلك إلى تشغيل لمبة الإشارة (PL1) و المؤقت (T2) و الذي يقوم باحتساب زمنه ثم يقوم بفصل النقطة المغلقة (T2) (في خط 4) و بالتالي فصل لمبة الإشارة (PL2) والتي كانت مضاءة من البداية.

ثم وبمجرد فصل المفتاح (PB1) يفصل المؤقت (T1) و بالتالي يفصل المؤقت (T2) و بالتالي تعود لمبة الإشارة (PL2) للعمل.

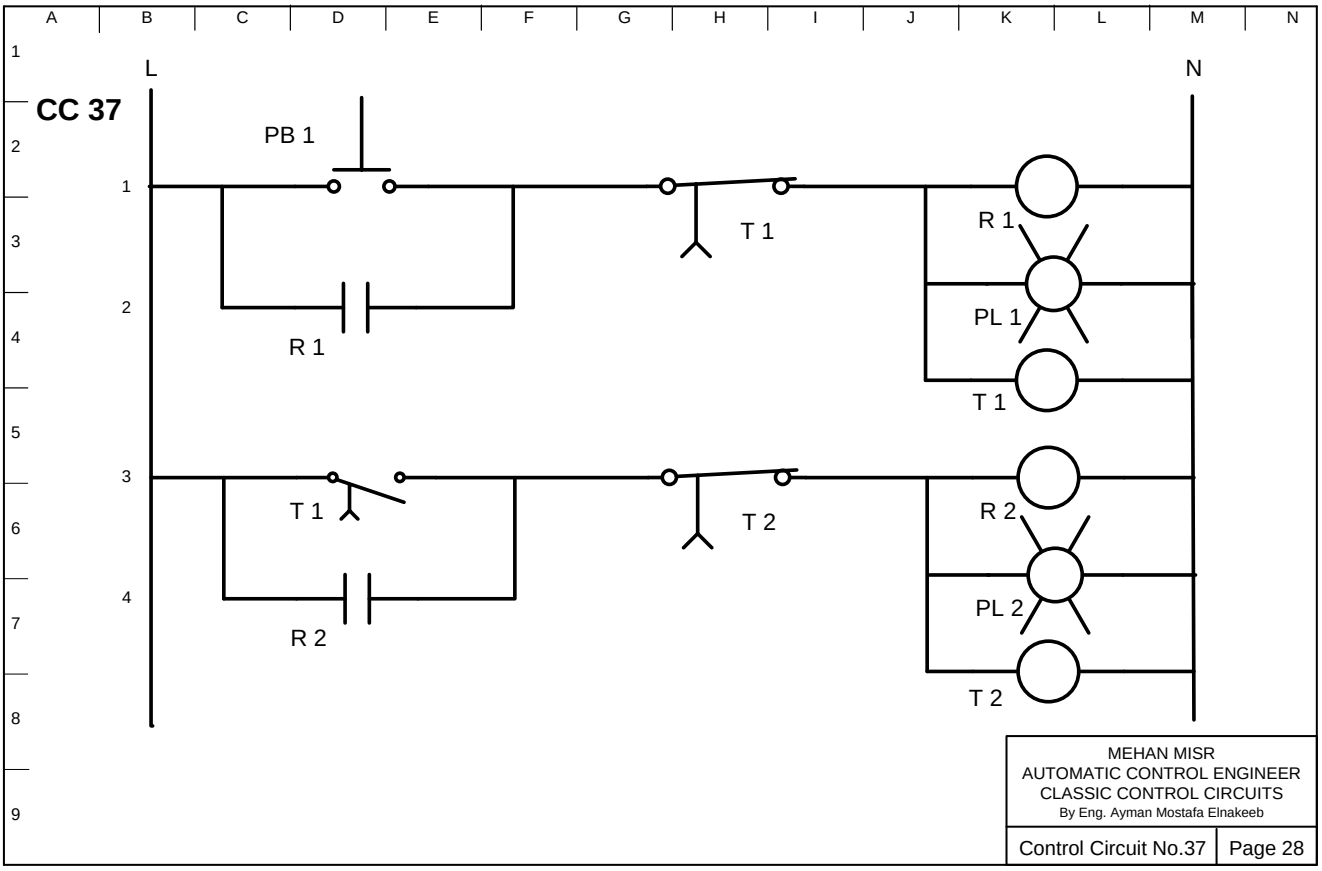
وهذه الدائرة تمثل مسار مفتوح حيث يؤدي تشغيل (T1) إلى تشغيل (T2) ثم يتوقف الأمر (ولا يعيد نفسه).



وأما الدائرة (CC36) فهي مثال على دائرة من مرحتين في مسار مغلق (يعيد نفسه آلياً) ويتم ذلك كالتالي : بمجرد توصيل الجهد على الدائرة تقوم النقطة المغلقة من (T2) بتمرير الإشارة إلى (T1) والذي يقوم بعد احتساب زمنه بإغلاق تلامس (T1) في خط2 و بالتالي تضيء اللمبة (PL2) و يبدأ المؤقت (T2) في احتساب زمنه (وفي نفس الوقت تفتح النقطة المغلقة (T1) في خط 4 لتطفيء لمبة الإشارة PL1).

ثم و بعد انتهاء زمن (T2) يعمل المؤقت ليقوم بفصل (T1) وبالتالي يفصل (T2) أيضاً (لأنه معتمد على T1 في تشغيله) وبذلك يعود النظام لوضع البداية ليكرر نفسه في دورات متتالية.

وبتأمل أداء هذه الدائرة نجد أنها تشبه تماماً أداء مؤقت الزمن الدوري حيث يمثل (T1) زمن التشغيل و يمثل (T2) زمن الإيقاف و يتتابعان بشكل دوري و بالتالي فيمكن بواسطة هذه الدائرة استخدام مؤقتان (توصيل متأخر) لتقليد عمل مؤقت الزمن الدوري.



وأما الدائرة (CC37) فتعرض نموذج لدائرة ذات مرحلتين كل مرحلة منهم عبارة عن دائرة (تشغيل – إيقاف) وتقوم كل دائرة بإيقاف نفسها بعد فترة محددة. كما تقوم الدائرة الأولى بتشغيل الثانية أوتوماتيكياً (في مسار مفتوح) و يتم ذلك كالتالي :

بمجرد الضغط على (PB1) تمر الإشارة خلال النقطة المغلقة من (T1) لتصل إلى كل من (R1) ليعمل (ويحتفظ بعمله بعد ذلك عن طريق نقطة الحفظ) و كذلك للمؤقت (T1) والذي يبدأ في احتساب زمنه (زمن المرحلة الأولى).

ثم بمجرد إنتهاء زمن المؤقت (T1) فإنه يقوم بأداء مهمتين : 1- يقوم بفصل المرحلة الأولى بفصل الإشارة عن (R1) و يؤدي هذا لفصل المؤقت نفسه.

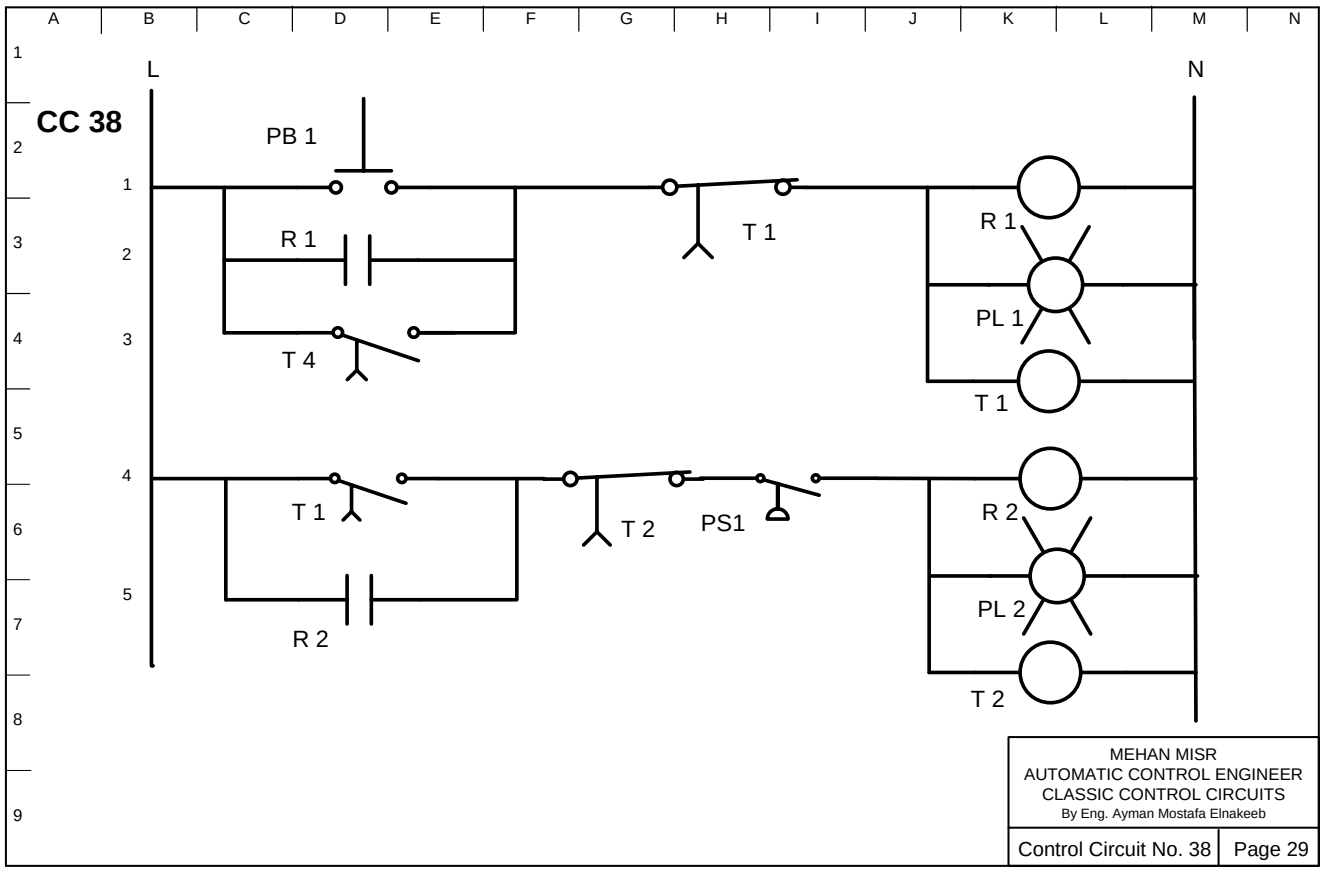
2- يقوم بإعطاء إشارة التشغيل للمرحلة الثانية (R2) و يحافظ المرحل (R2) على عمله بواسطة نقط الحفظ الخاصه به (وبالتالي يستمر في العمل بعد فصل T1).

و على التوازي من عمل (R2) يعمل (T2) ليحدد زمن المرحلة الثانية وبمجرد انتهاء الزمن يقوم بفصل الإشارة عن (R2) ليفصل (و يفصل معه T2) لينتهي بذلك تشغيل المرحلتان .

لاحظ : تختلف هذه الدائرة عن الدائرة البسيطة (CC35) في أن الأولى لا تحتفظ بوضعها (لابد من استمرار الضغط على المفتاح PB1 لتستمر الدائرة في العمل) بخلاف هذه الدائرة و أيضا في (CC35) تستمر المرحلة الأولى (T1) في العمل عند تشغيل المرحلة الثانية (T2) بخلاف هذه حيث تنتهي المرحلة الأولى ثم تبدأ الثانية.

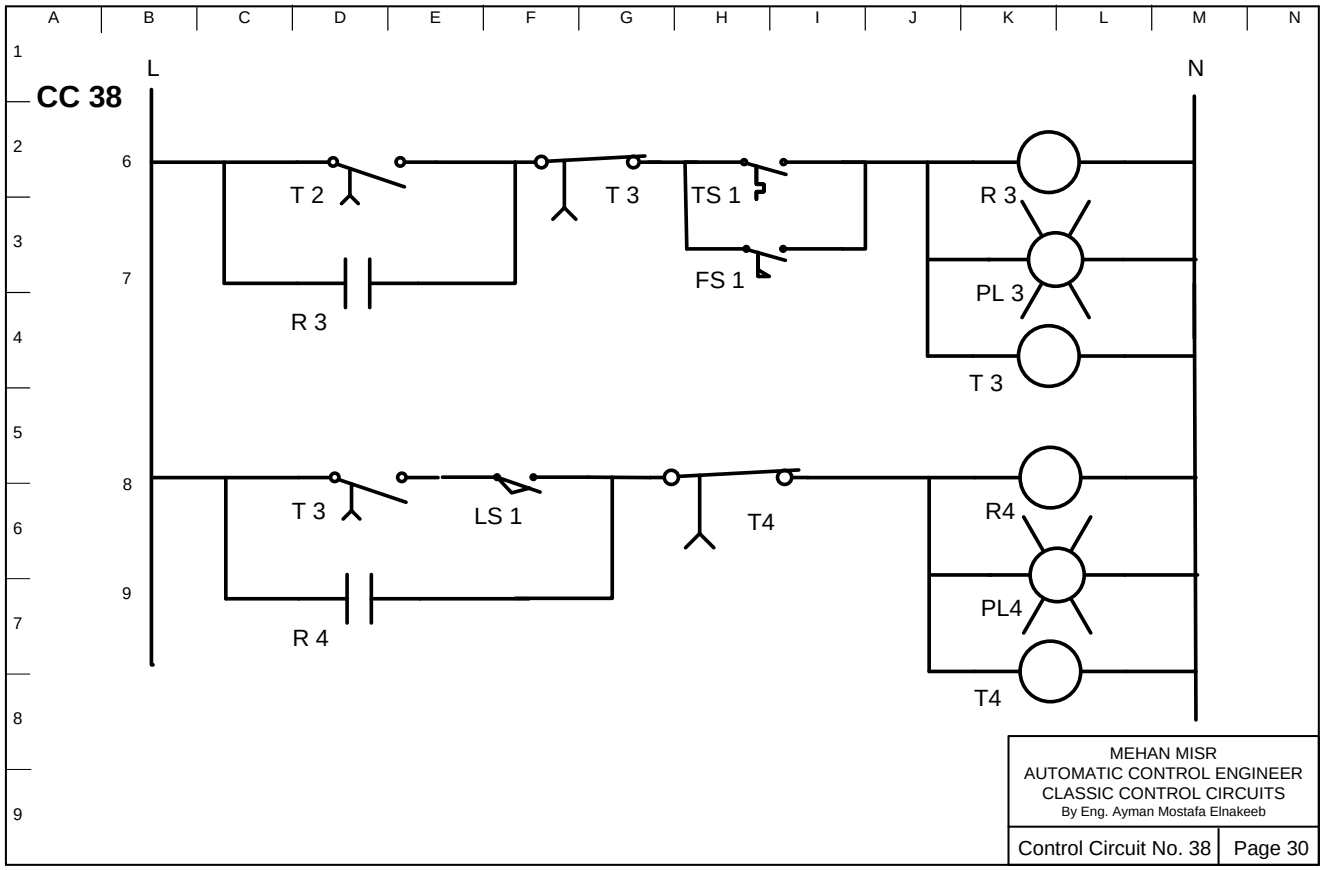
وأما الدائرة (CC38) فتعرض نموذج معقد لدائرة ذات أربعة مراحل (في مسار مغلق). كل مرحلة منهم عبارة عن دائرة (تشغيل – إيقاف) وتقوم كل دائرة بإيقاف نفسها بعد فترة محددة و في نفس الوقت تقوم المرحلة بتشغيل التي تليها أوتوماتيكياً (وتقوم المرحلة الأخيرة بإعادة تشغيل المرحلة الأولى ليعيد النظام نفسه فى مسار مغلق) و يتم ذلك كالتالي :

1 -عند الضغط على المفتاح (PB1) يعمل المرحل (R1) لتبدأ المرحلة الأولى و يقوم (T1) بحتساب زمنها ثم يقوم بإيقاف المرحلة الأولى وتشغيل المرحلة الثانية (بشرط أن يكون الضغط قد بلغ PS1).
2 - بمجرد تشغيل المرحلة الثانية (R2) يقوم المؤقت (T2) باحتساب زمنه ليقوم في نهاية الزمن بإيقاف المرحلة الثانية و تشغيل المرحلة الثالثة (بشرط أن تكون الحرارة قد بلغت TS1 أو بلغ معدل السريان FS1).
3 -وبمجرد تشغيل المرحلة الثالثة (R3) يبدأ المؤقت (T3) في إحتساب الزمن ليقوم في نهايته بإيقاف المرحلة الثالثة و تشغيل المرحلة الرابعة (بشرط إغلاق المفتاح LS1 – لاحظ أنه لا يشترط استمرار LS1 مغلقاً بعد ذلك بخلاف الشروط السابقة).
4 - و بمجرد تشغيل المرحلة الرابعة (R4) يعمل المؤقت (T4) لاحتساب الزمن ثم يقوم بإيقاف المرحلة الرابعة وإعادة تشغيل المرحلة الأولى ليعيد النظام نفسه بعد ذلك في دورات مكررة.



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No. 38 | Page 29



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No. 38 | Page 30

دوائر المرحلات ذات المسارات المتعددة :

كما ذكرنا في حالة المرحلات فيمكن لدوائر المؤقتات أن تحتوي على عدة مسارات ويمكن أن يكون بعضها مفتوح و بعضها مغلق وقد تتحد بعض المسارات في بعض المراحل ثم تتفرق في أخرى. وقد يؤثر مسار في أكثر من مسار وقد يتأثر بأكثر من مسار وهكذا.. في إحتمالات متعددة لانهائية لدوائر قد تكون بسيطة و قد تكون شديدة التعقيد ولكنها في النهاية تتكون من نفس الوحدات و الأفكار التي تم عرضها.

ملاحظة: لم نمثل لهذا النوع بدائرة للتنوع الشديد في الإحتمالات و لأن أغلبها سيكون معقد جدا بالنسبة لمستوى الطالب في هذه المرحلة . وسنعرض إن شاء الله لنماذج للدوائر متعددة المسارات في الدوائر التطبيقية (في المستوى الثاني).

تدريبات :

ارسم الدوائر التي تحقق الأغراض الآتية (مع رسم المخطط الزمني للمرحلات والمؤقتات الموجودة في الدائرة):

1 -عند الضغط على المفتاح (PB1) يتوقف الكونتاكتور (C1) عن العمل لمدة 10 ثواني ثم : يعود للعمل و يتوقف الكونتاكتور (C2) عن العمل لمدة 20 ثانية ثم : يعود للعمل و تضيء لمبة الإشارة (PL1) لمدة 5 ثواني ثم تطفأ.

2 -عند الضغط على المفتاح (PB1) يعمل الكونتاكتور (C1) لمدة 10 ثواني ثم يتوقف عن العمل ليعمل الكونتاكتور (C2) إذا كان الضغط يزيد على (PS1) أو يعمل الكونتاكتور (C3) إذا كان الضغط يقل عن (PS1) و يستمر عمل (C2) أو (C3) لمدة 20 ثانية ثم يتوقفان.

3 -عند تشغيل المفتاح (SS1) يعمل الكونتاكتور (C1) لمدة 15 ثانية (وتعمل معه لمبة الإشارة PL1) ثم يتوقفان عن العمل لمدة 10 ثواني ثم يعمل الكونتاكتور (C2) لمدة 30 ثانية (وتعمل معه لمبة الإشارة PL2) ثم يتوقفان عن العمل لمدة 10 ثواني ثم تتكرر الدورة مرة اخرى وتستمر هكذا إلى أن يتم إيقاف (SS1).

خلاصة دوائر المؤقتات (Timers)

1 -يشبه المؤقت (Timer) المرحل (Relay) في أنه يقوم بربط خطين (إيجابياً) بأن يؤدي تشغيل الخط إلى تشغيل الآخر أو (سلبياً) بأن يؤدي تشغيل الخط لفصل الآخر إلا أنه يختلف عنه في وجود العامل الزمني.

2 -للمؤقتات أنواع كثيرة بحسب طبيعة التأخير الزمني فقد يكون تأخير في التوصيل بعد وصول الإشارة (و يسمى مؤقت التوصيل المتأخر) و قد يكون تأخير في الفصل بعد زوال الإشارة (ويسمى مؤقت الفصل المتأخر) و قد يجمع المؤقت بينهما و قد يوالي بين التوصيل و الفصل بشكل دوري.

3 -يمكن أن يتم الجمع بين المرحلات والمؤقتات في دائرة واحدة بحيث يؤثر كل منهم على الآخر ويمكن ان يقوم المؤقت بإعطاء إشارة التشغيل أو الفصل لدائرة (تشغيل –إيقاف) ويمكن أن تعمل المؤقتات مع المرحلات بشكل متعدد المراحل.

MehanMisr 2009 ©

مهن مصر
رخصتك لمزاولة مهنتك

الحقيبة التدريبية المهنية

مهندس التحكم الآلى

Automatic Control Engineer

Control Circuits
APPLICATIONS

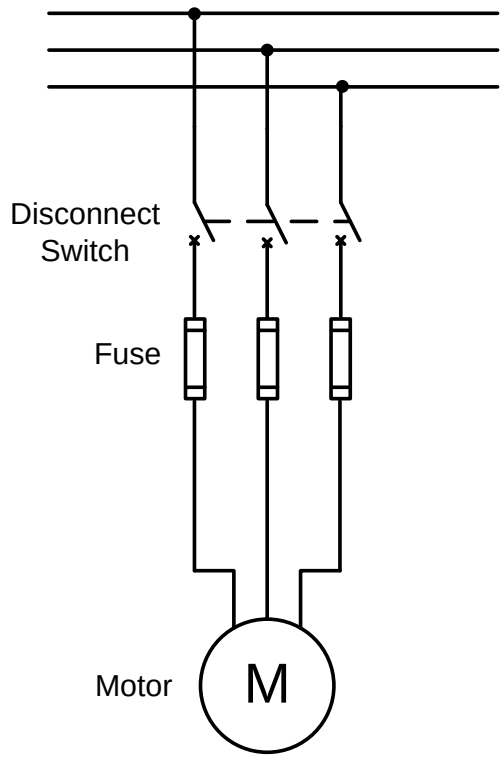
إعداد

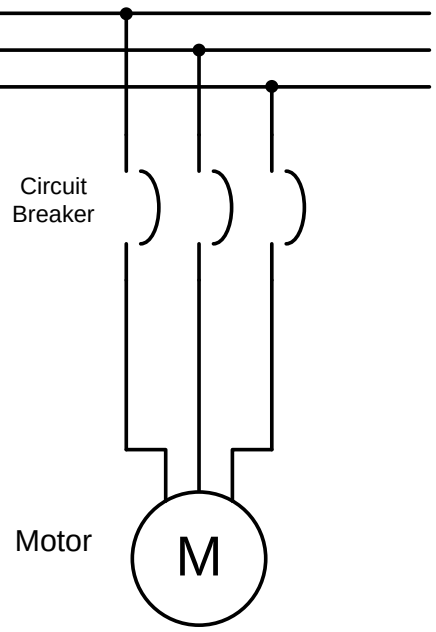
مهندس/ أيمن مصطفى النقيب

PRACTICAL CONTROL CIRCUITS

MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Practical Control Circuit | Page 1

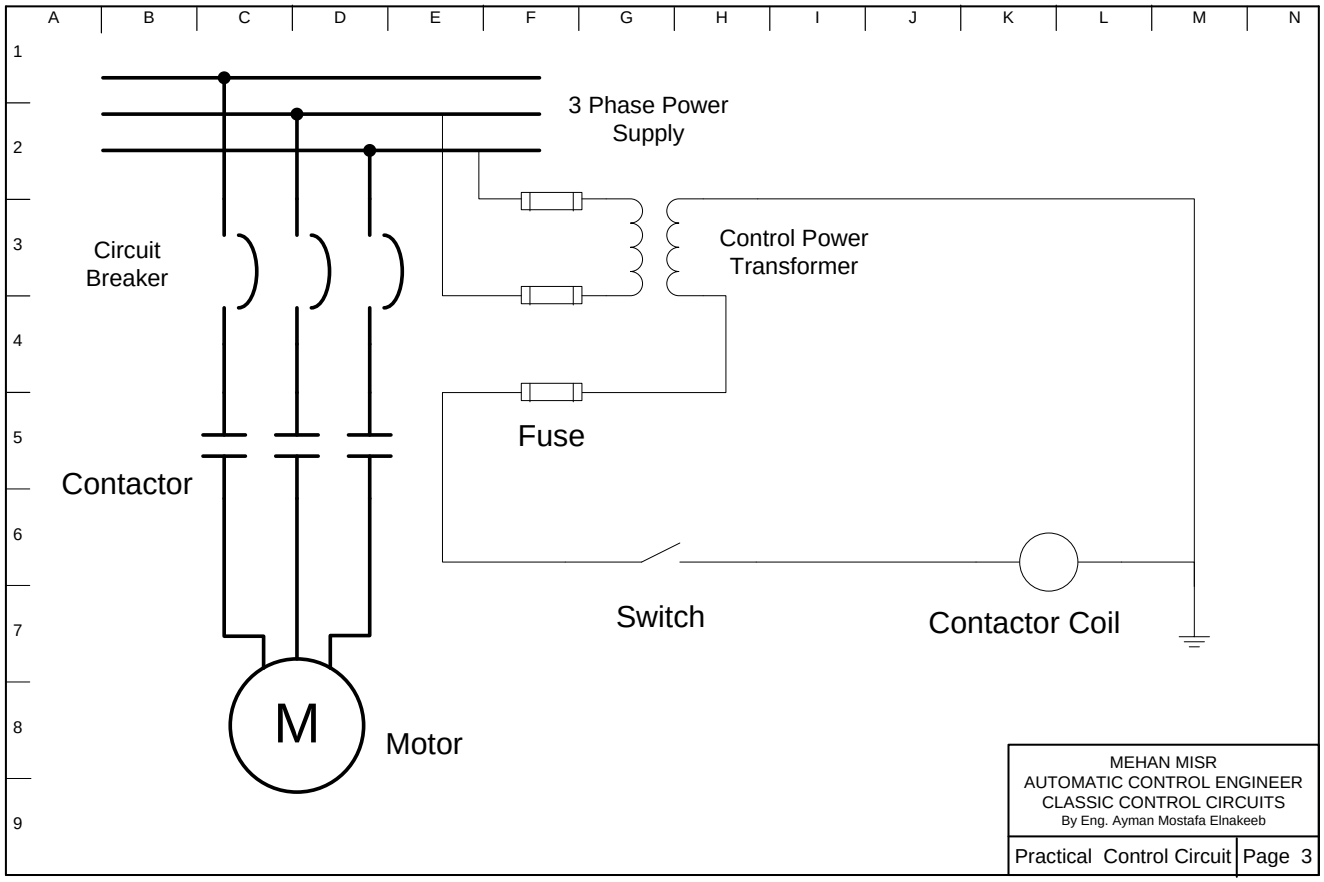


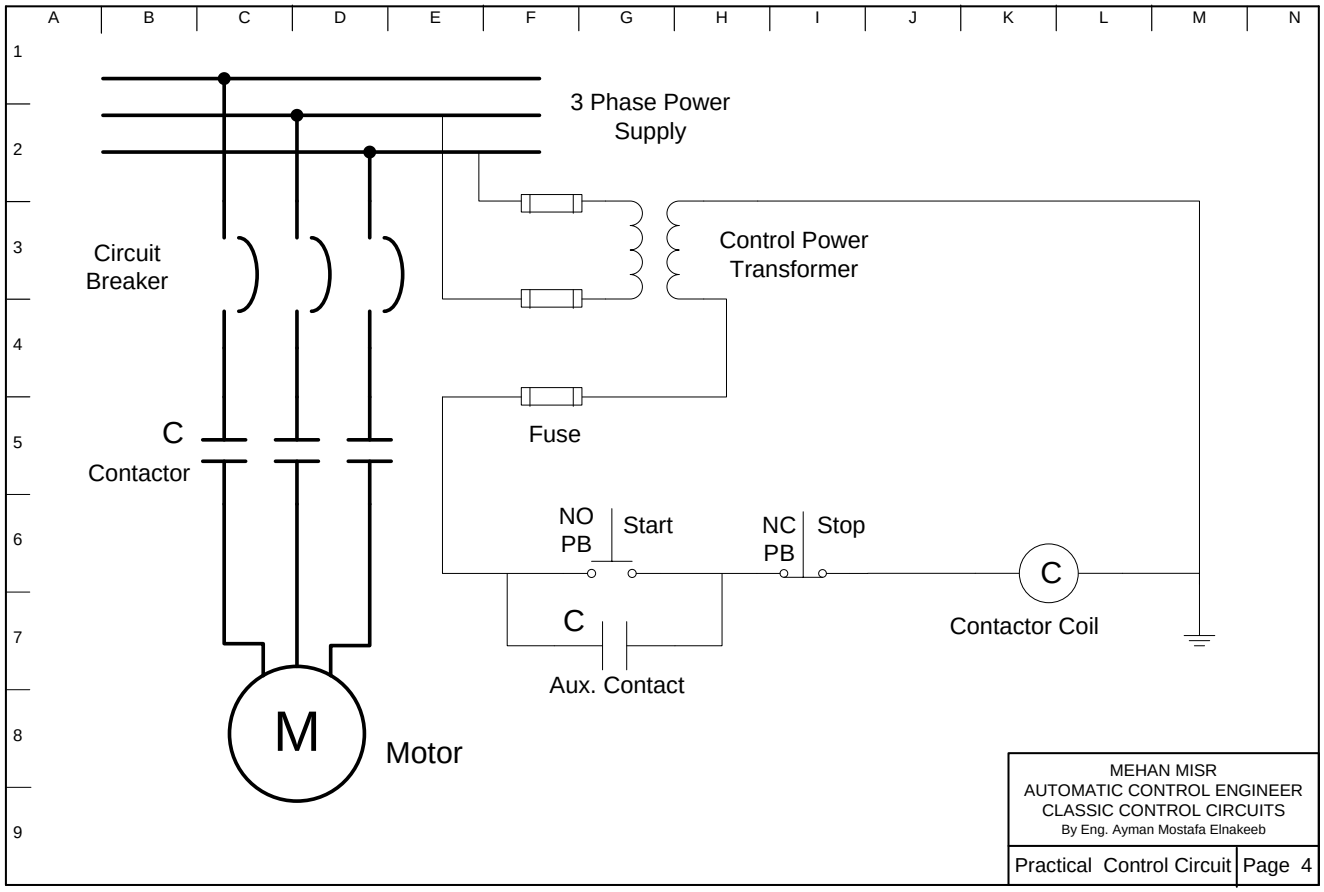


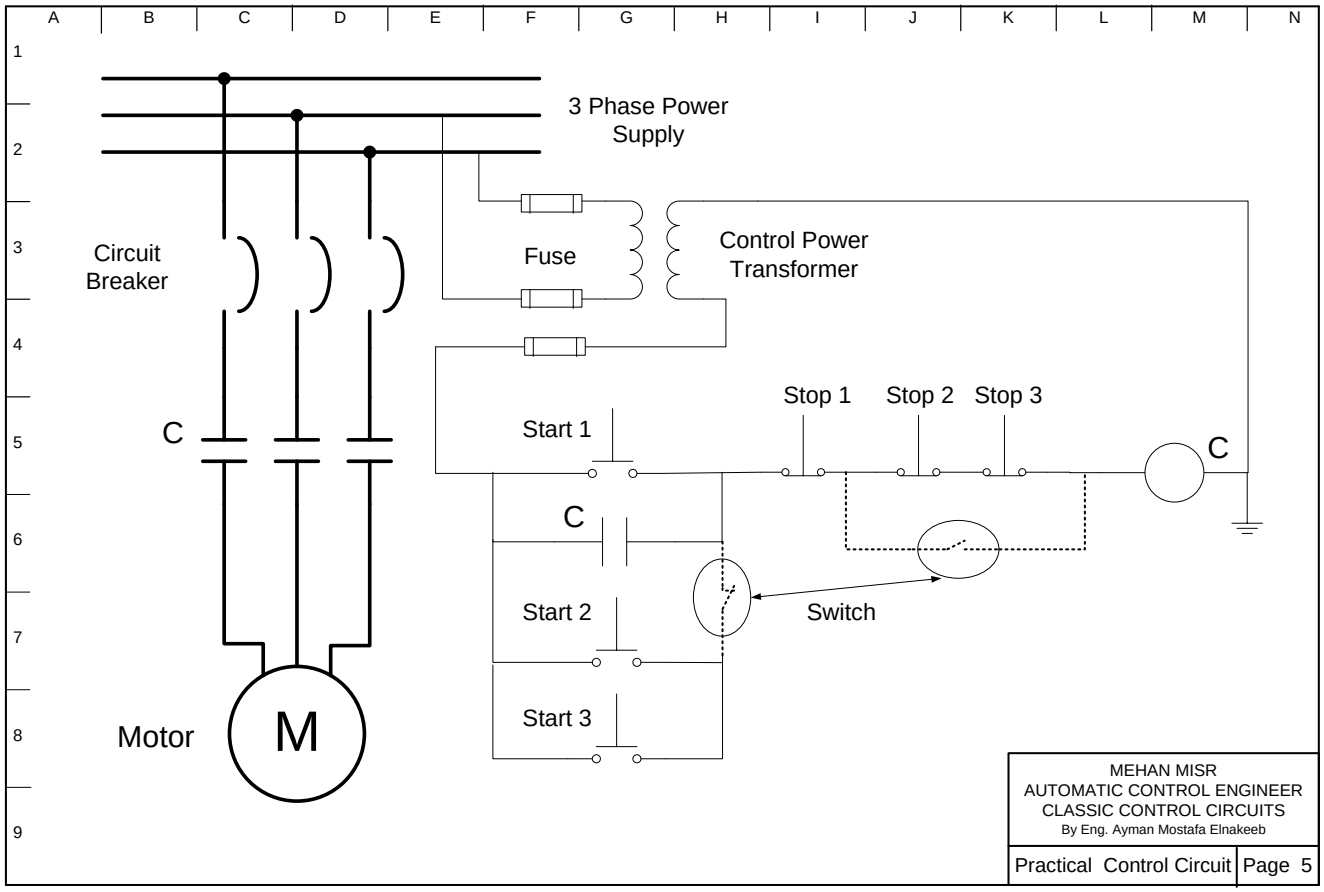
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

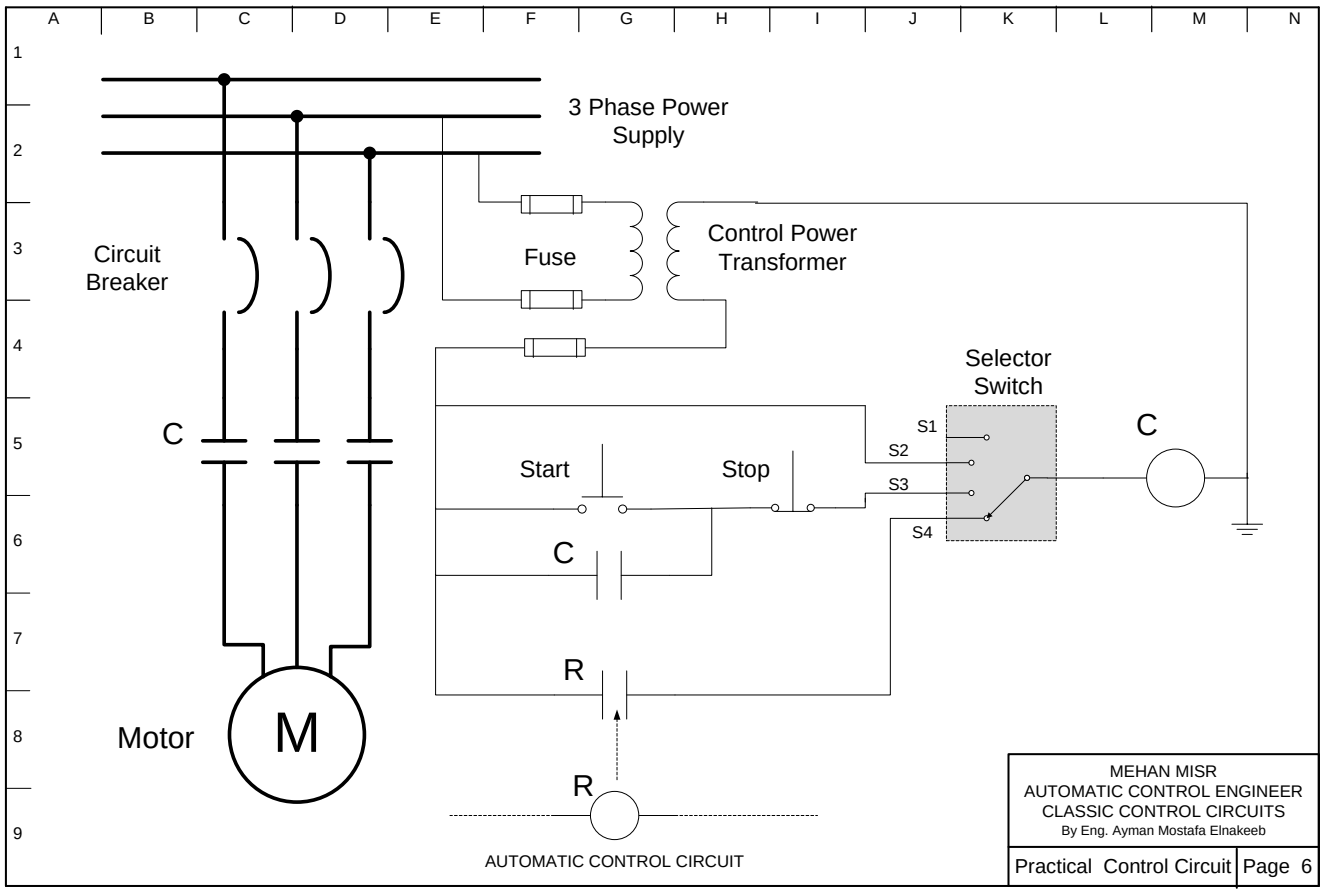
Practical Control Circuit | Page 2

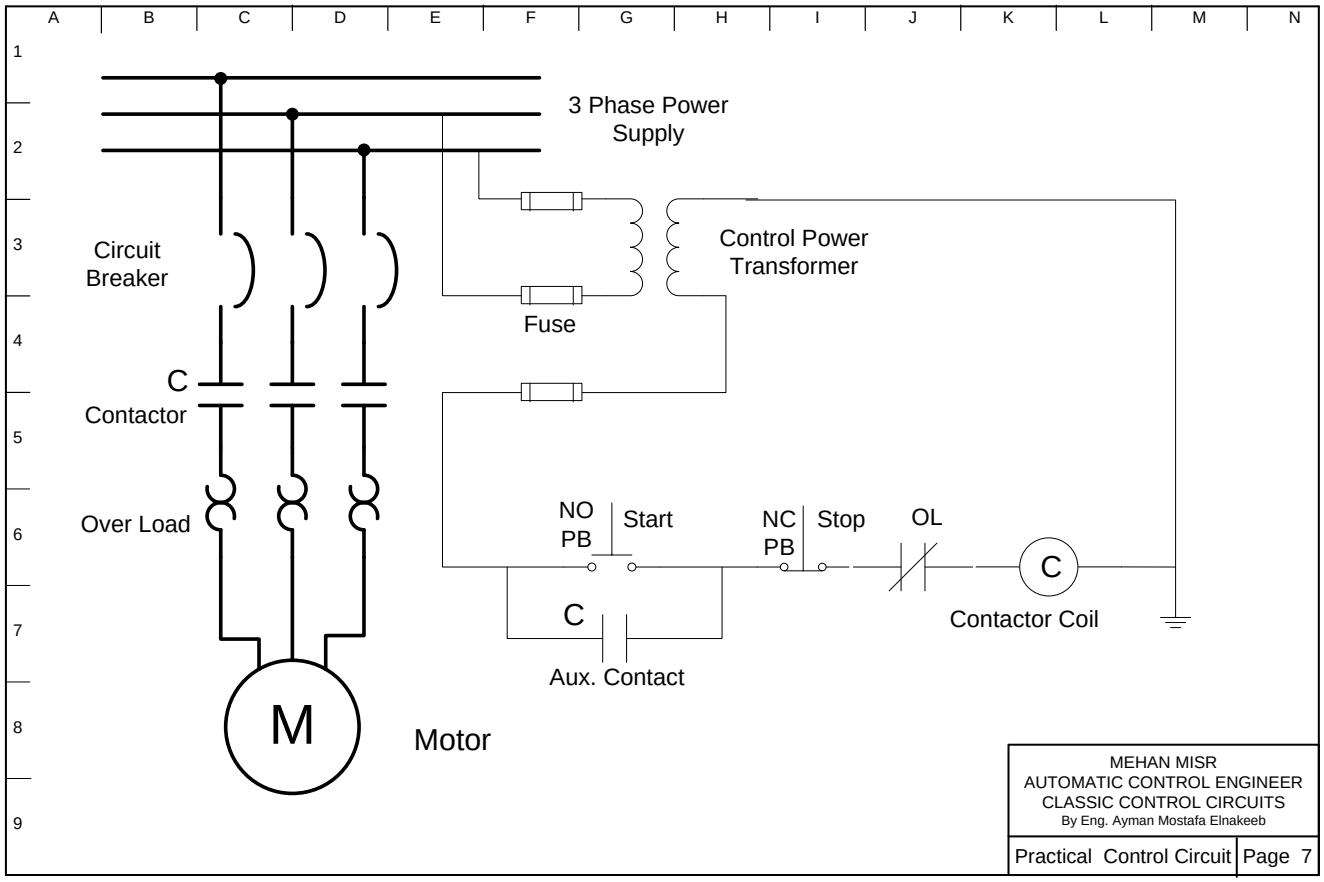
MehanMisr 2009 ©

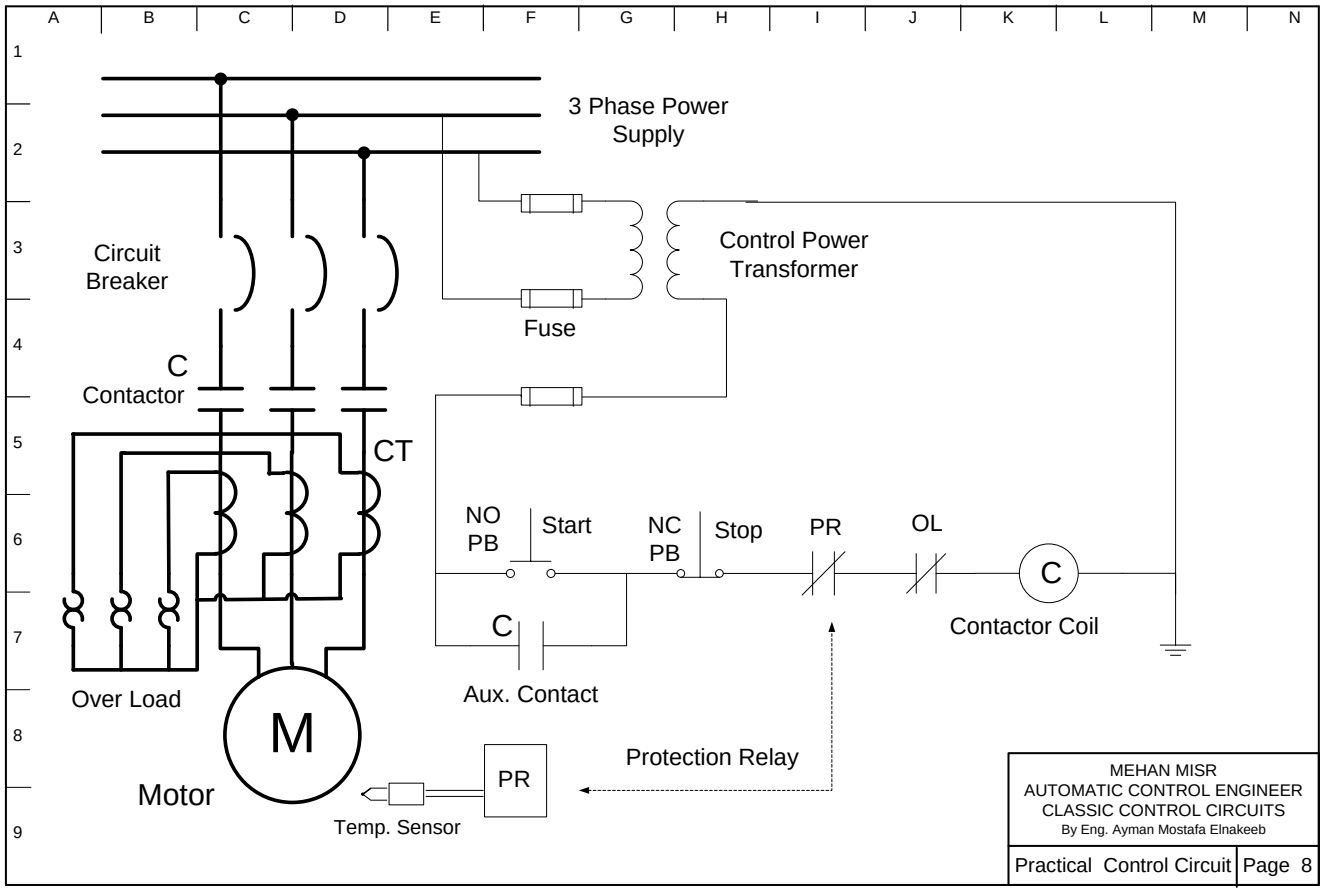

3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Control Power Transformer
Fuse
Contactor
Switch
Contactor Coil
M
Motor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 3

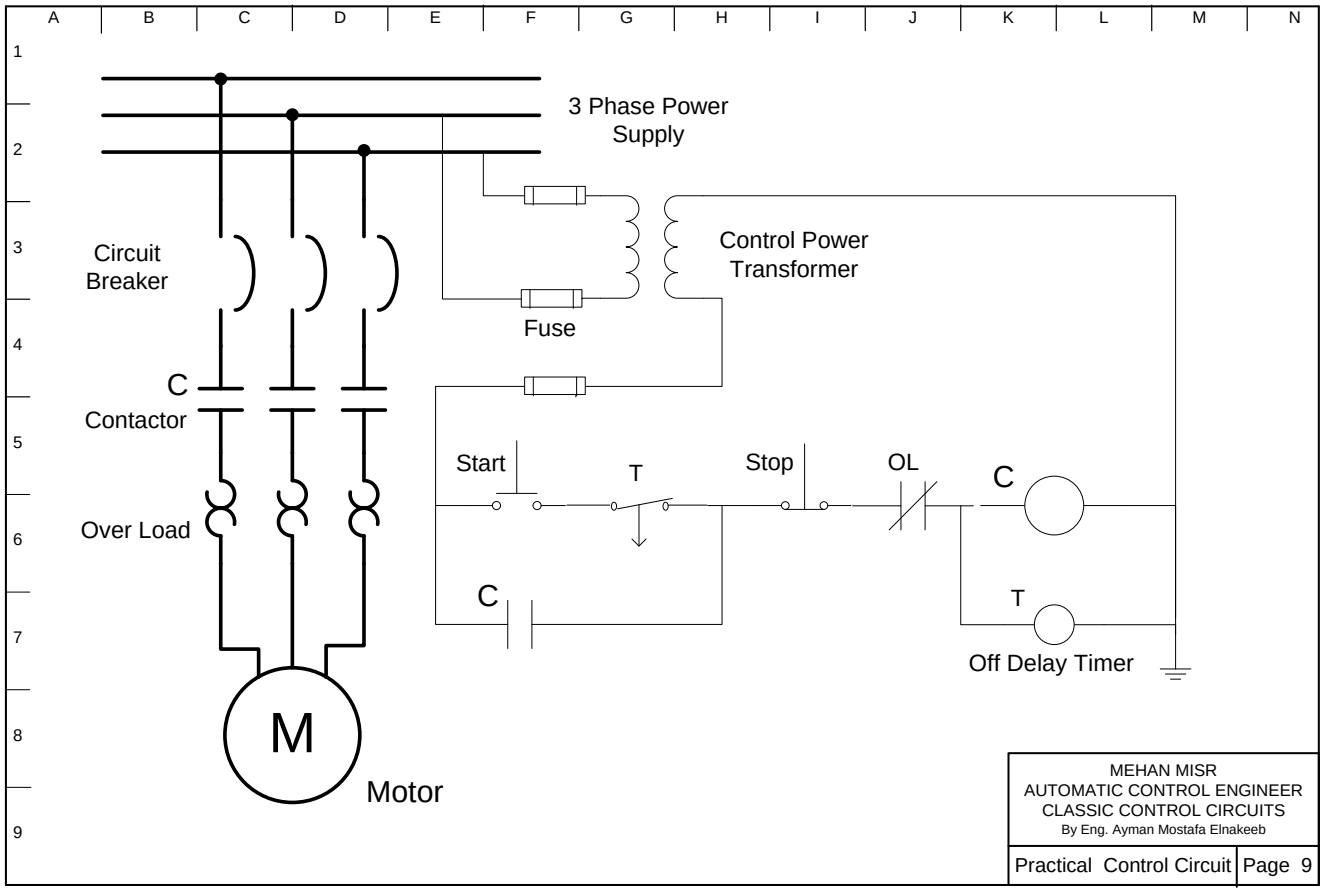

3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Control Power Transformer
C
Contactor
Fuse
NO PB
Start
NC PB
Stop
C
Contactor Coil
C
Aux. Contact
M
Motor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 4


3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Fuse
Control Power Transformer
C
Start 1
Stop 1
Stop 2
Stop 3
C
C
Start 2
Switch
Start 3
Motor
M
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 5


3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Fuse
Control Power Transformer
Selector Switch
C
S1
S2
S3
S4
C
Start
Stop
C
R
R
Motor
M
AUTOMATIC CONTROL CIRCUIT
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 6

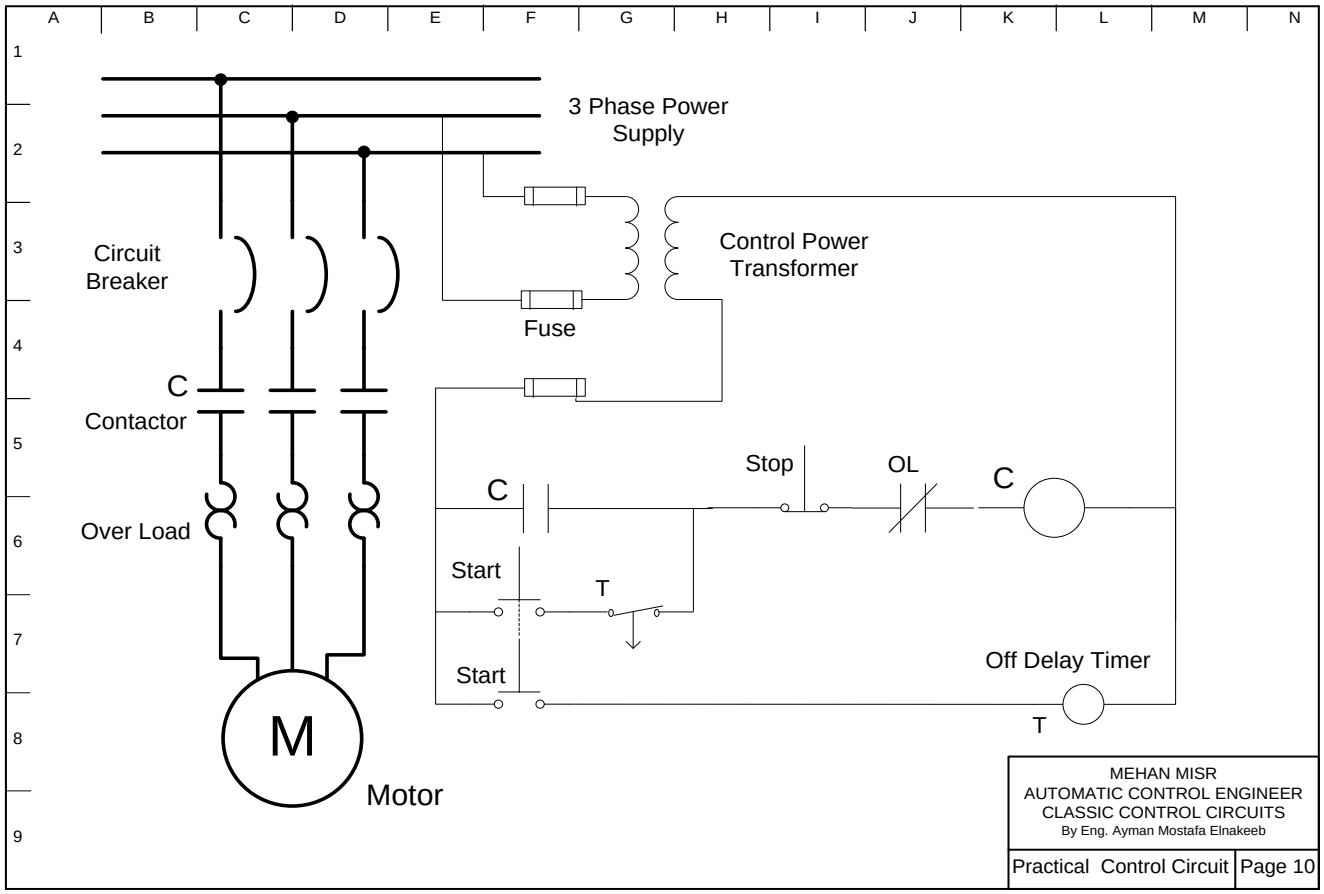

3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Control Power Transformer
Fuse
C
Contactor
Over Load
NO PB
Start
NC PB
Stop
OL
C
Contactor Coil
C
Aux. Contact
M
Motor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 7


3 Phase Power Supply
Circuit Breaker
Control Power Transformer
Fuse
C
Contactor
CT
NO PB
Start
NC PB
Stop
PR
OL
C
Contactor Coil
C
Aux. Contact
Over Load
M
Motor
Protection Relay
PR
Temp. Sensor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 8



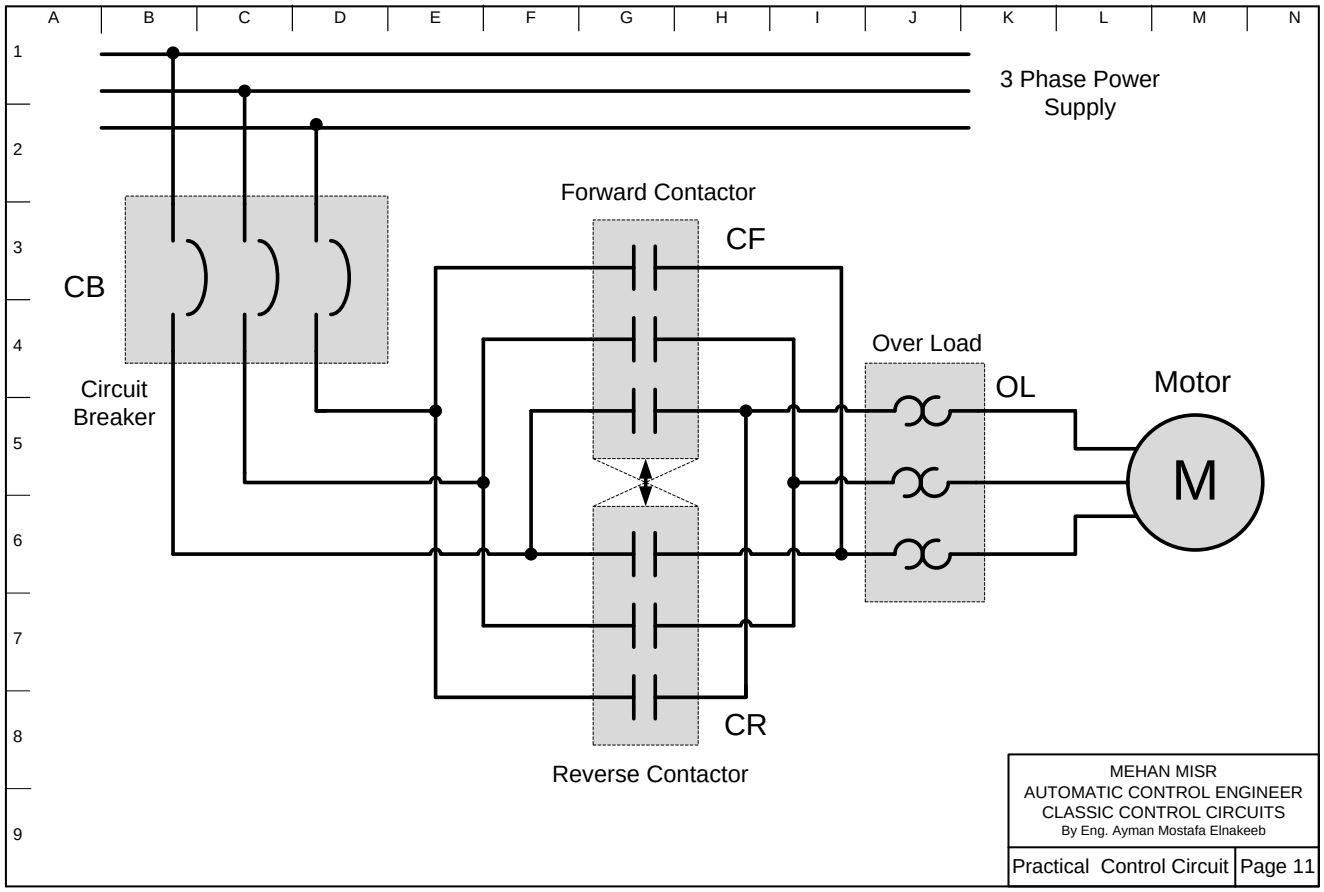
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

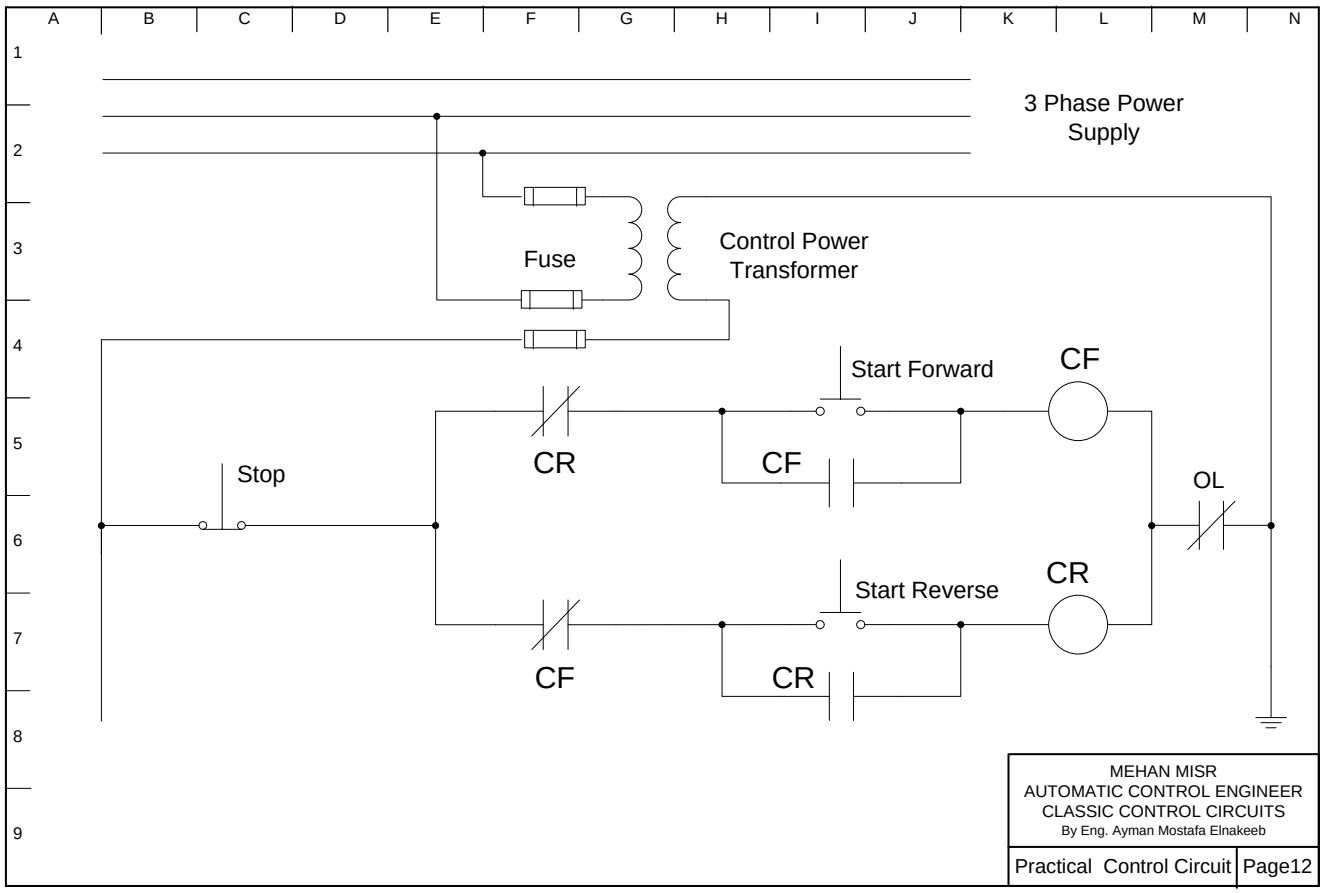
Practical Control Circuit | Page 9

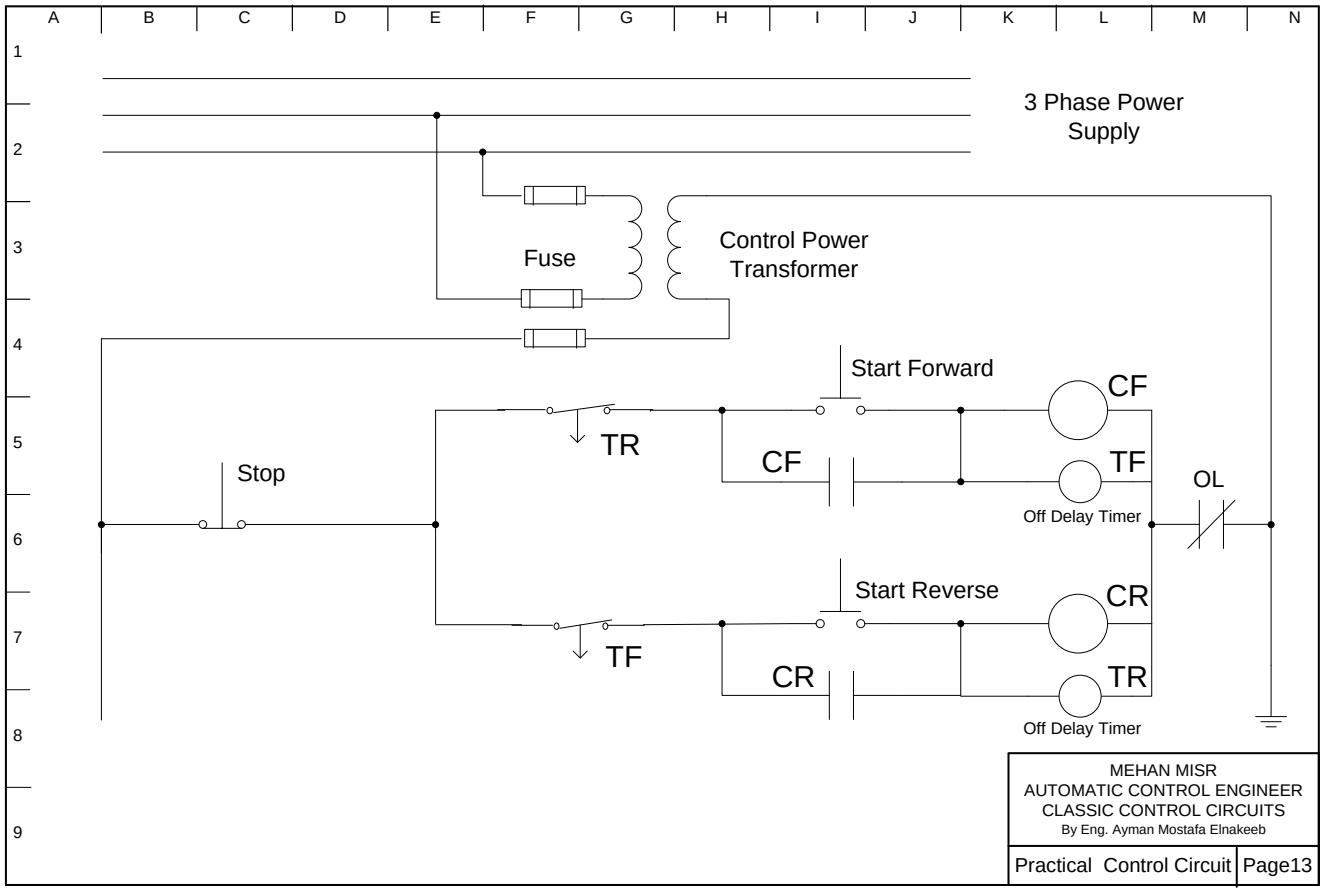


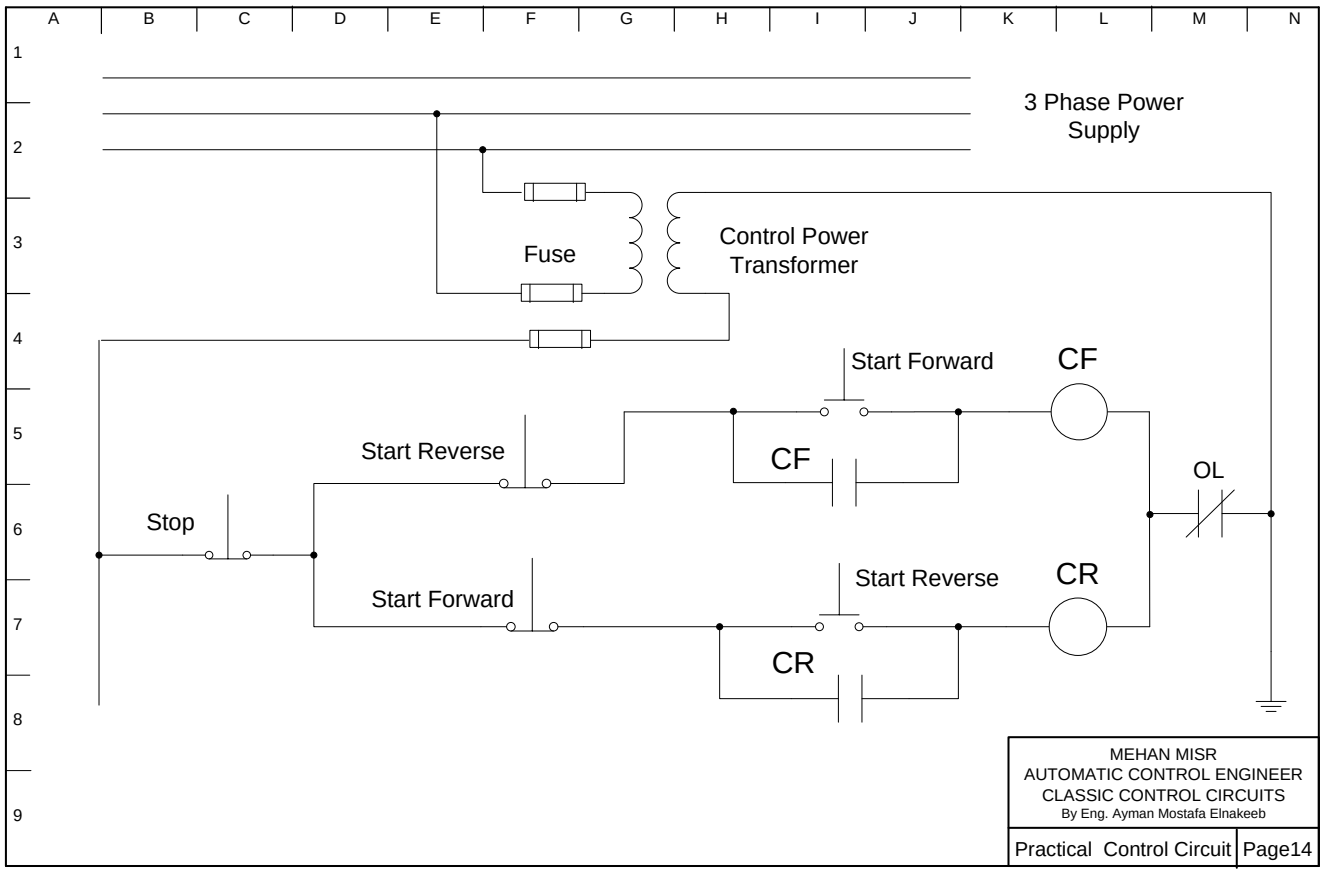
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

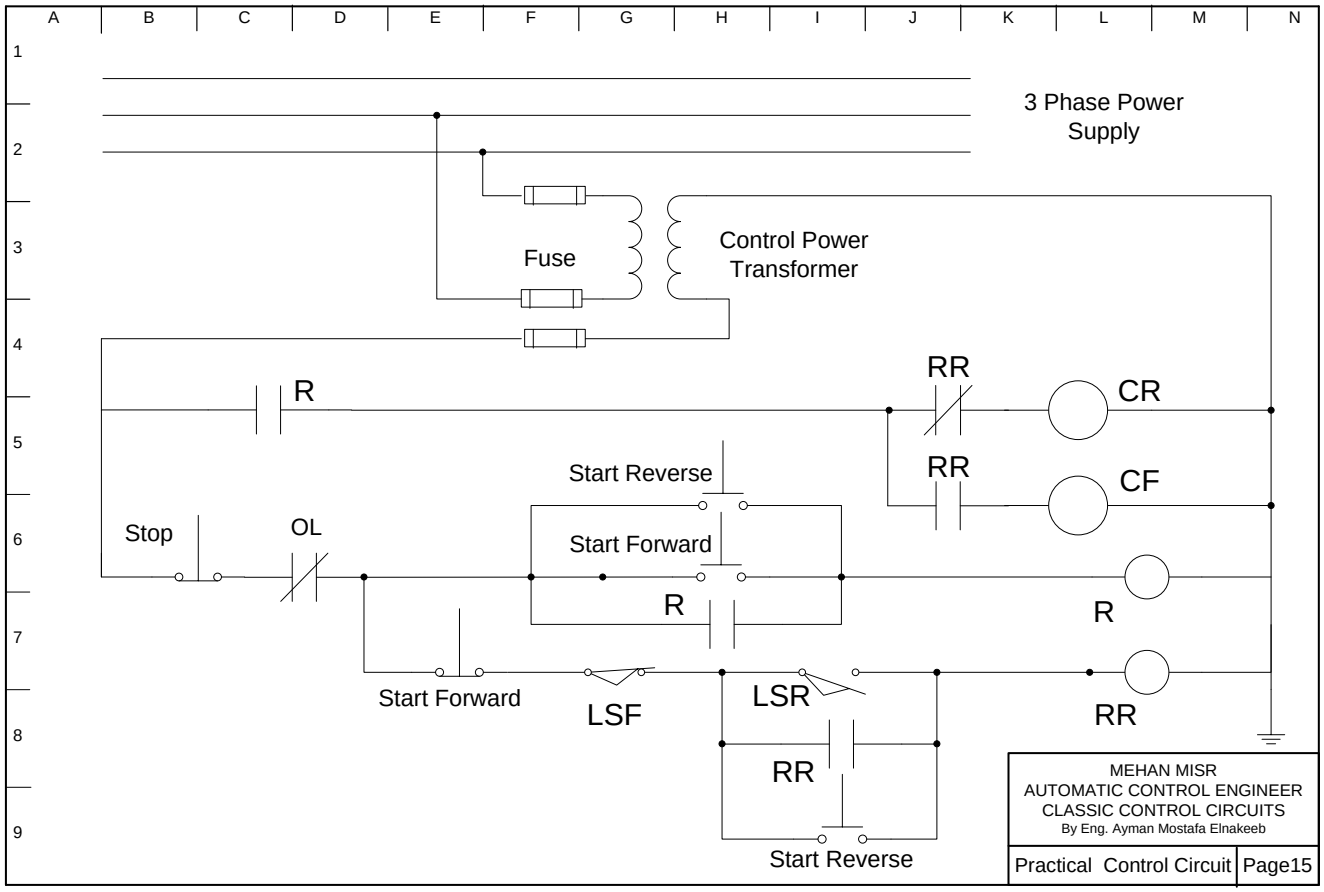
Practical Control Circuit | Page 10

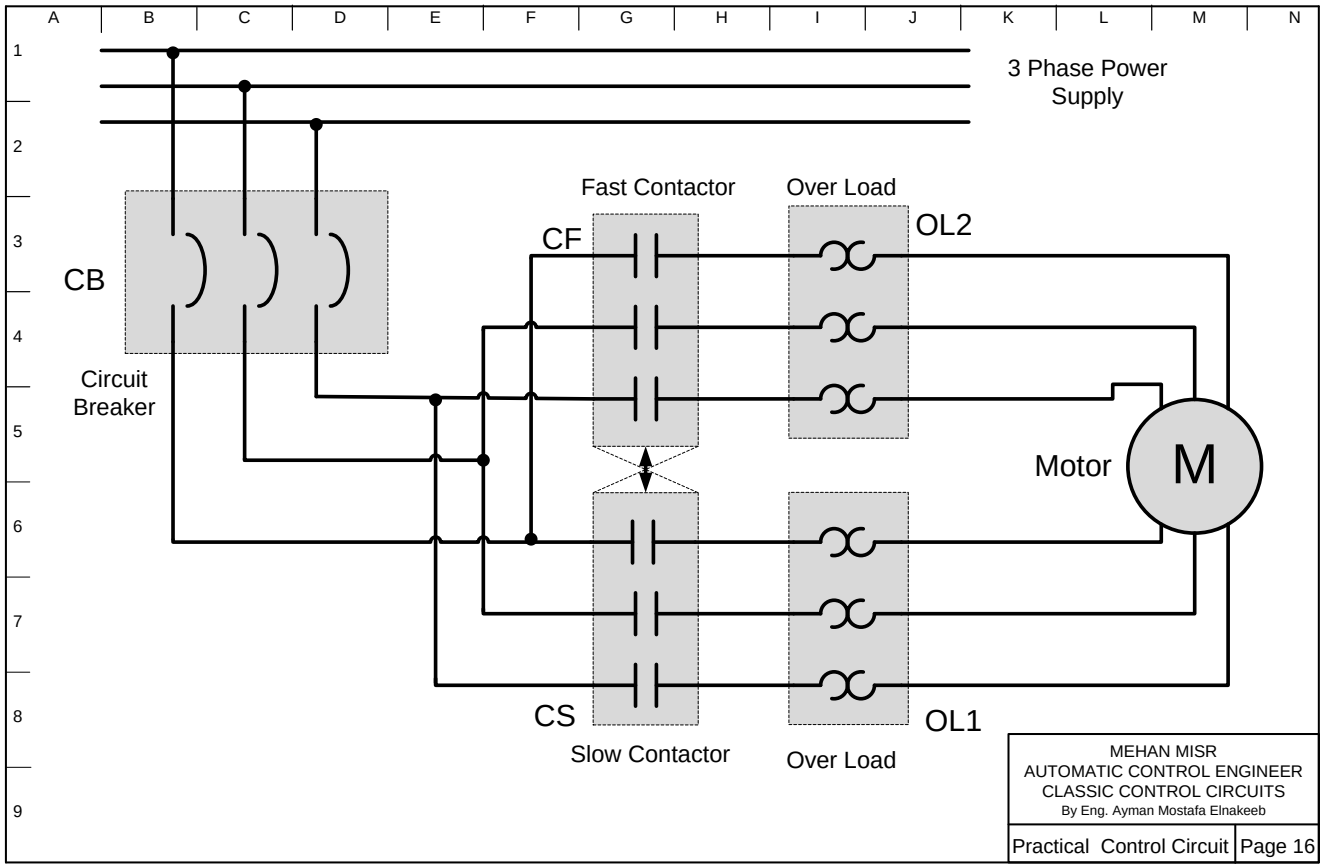

3 Phase Power Supply
Forward Contactor
CF
CB
Circuit Breaker
Over Load
OL
Motor
M
CR
Reverse Contactor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 11

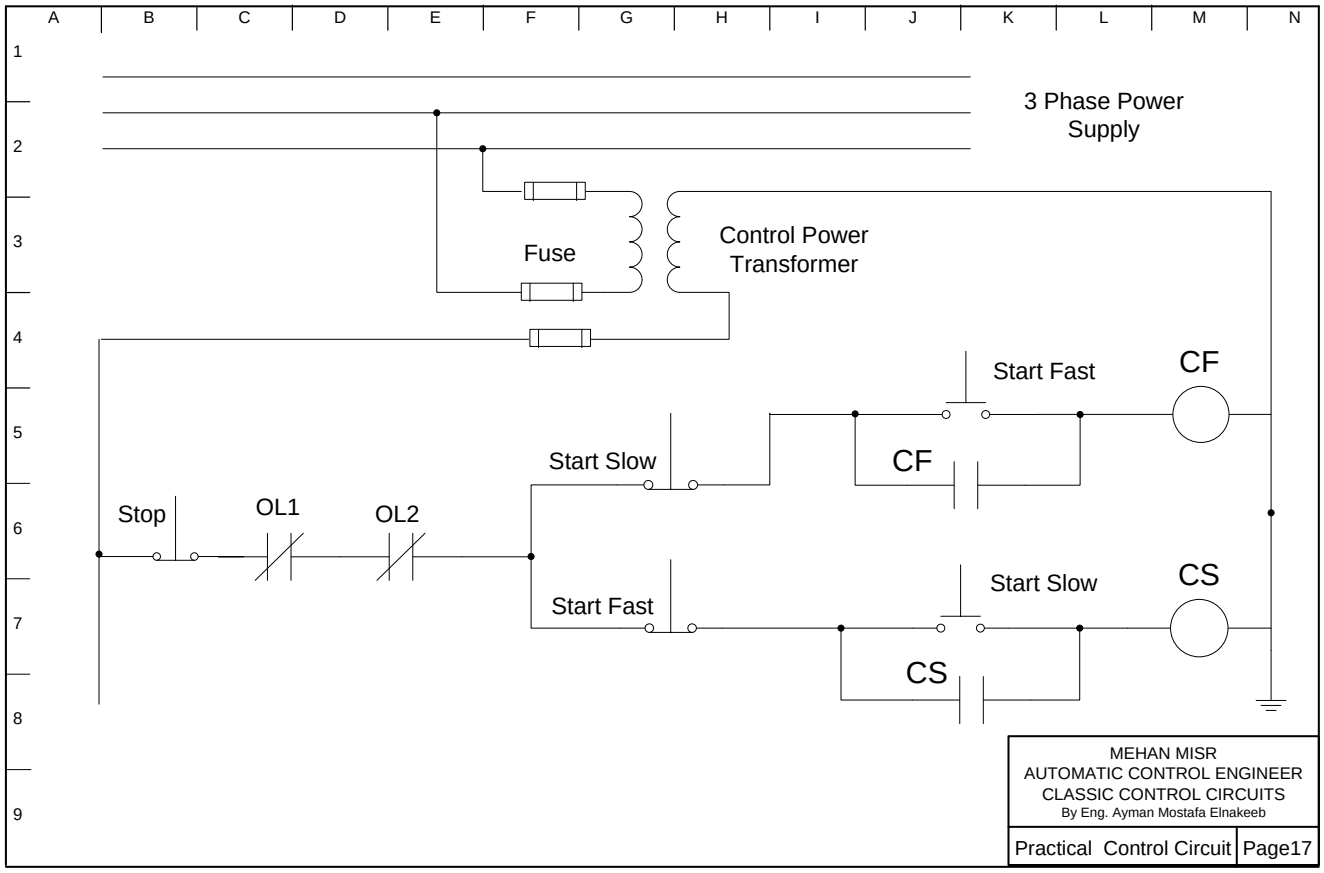

3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
Start Forward
CF
CR
CF
Stop
OL
Start Reverse
CR
CF
CR
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page12

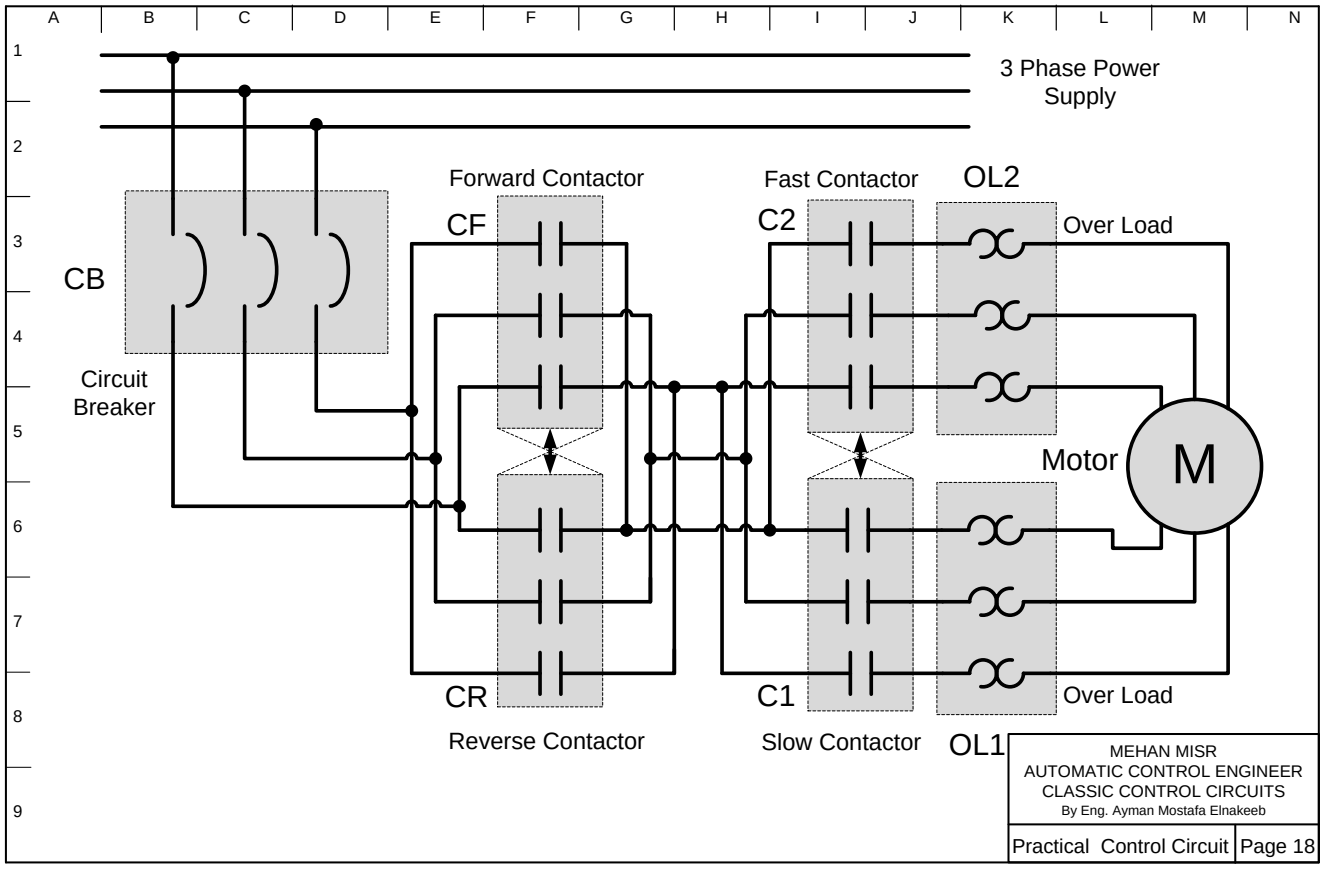

3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
Start Forward
CF
TR
CF
TF
Stop
OL
Off Delay Timer
Start Reverse
CR
TF
CR
TR
Off Delay Timer
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page13

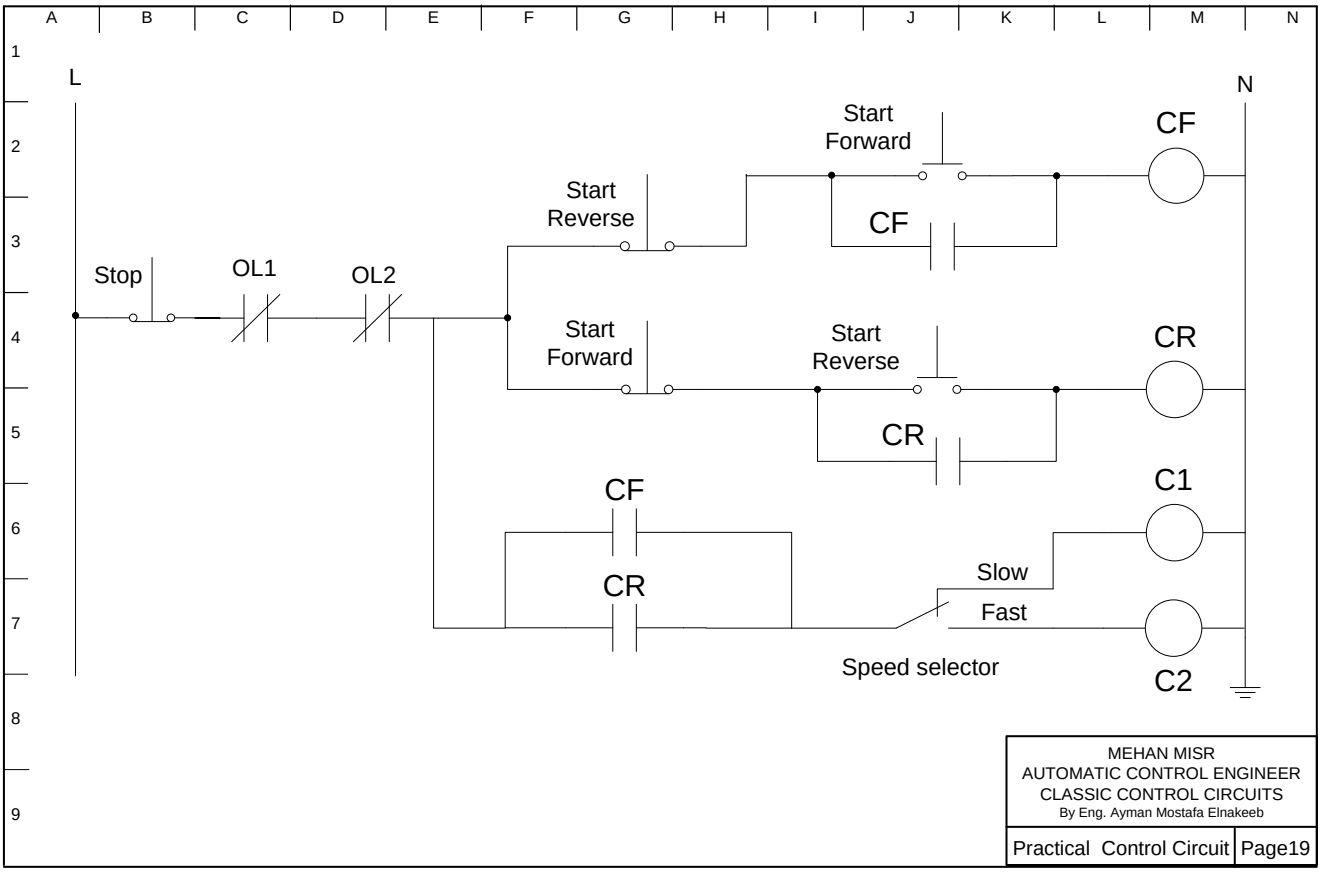

3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
Start Forward
CF
Start Reverse
CF
OL
Stop
Start Forward
Start Reverse
CR
CR
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page14

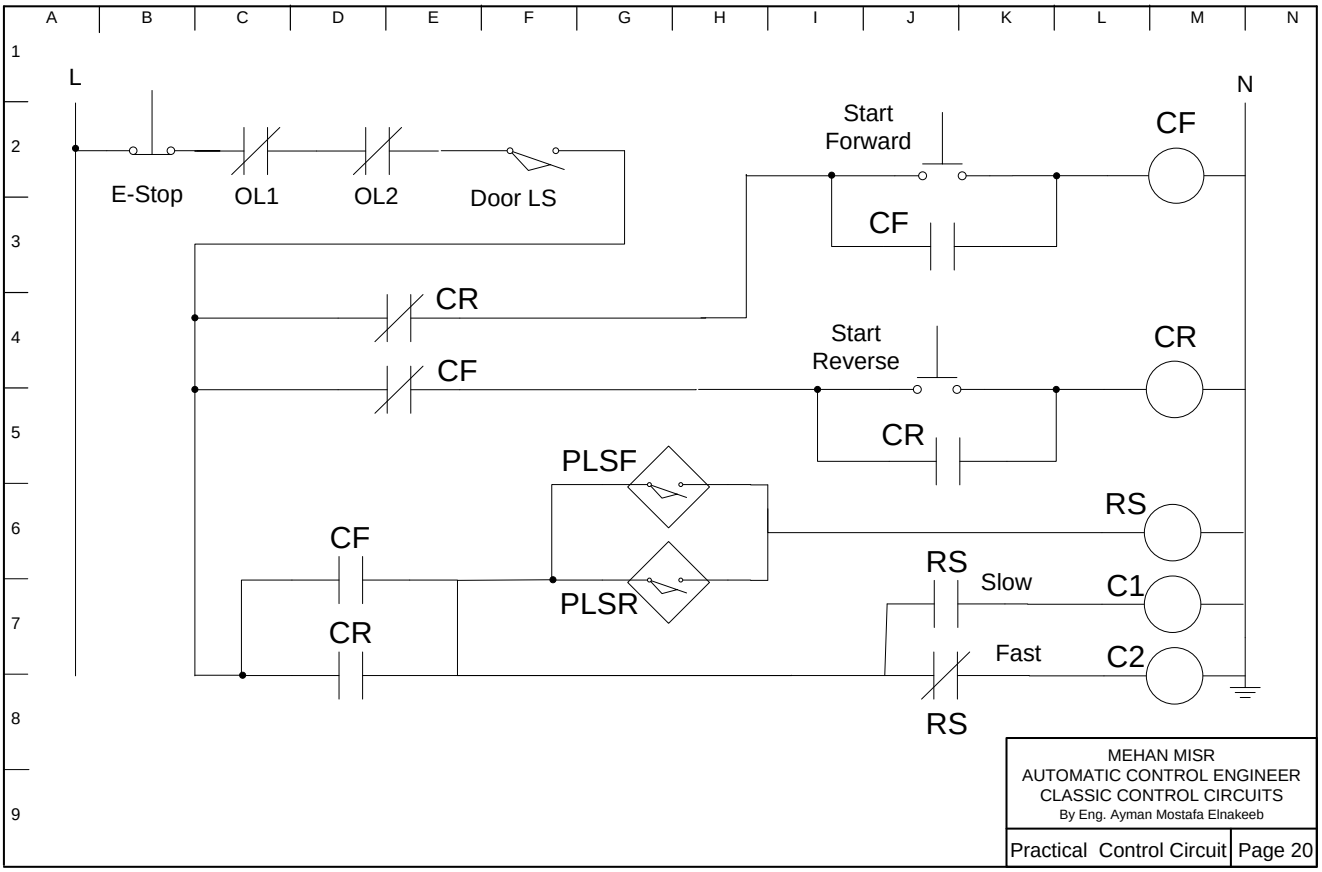

3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
R
RR
CR
RR
CF
Start Reverse
Start Forward
Stop
OL
R
R
Start Forward
LSF
LSR
RR
RR
Start Reverse
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page15

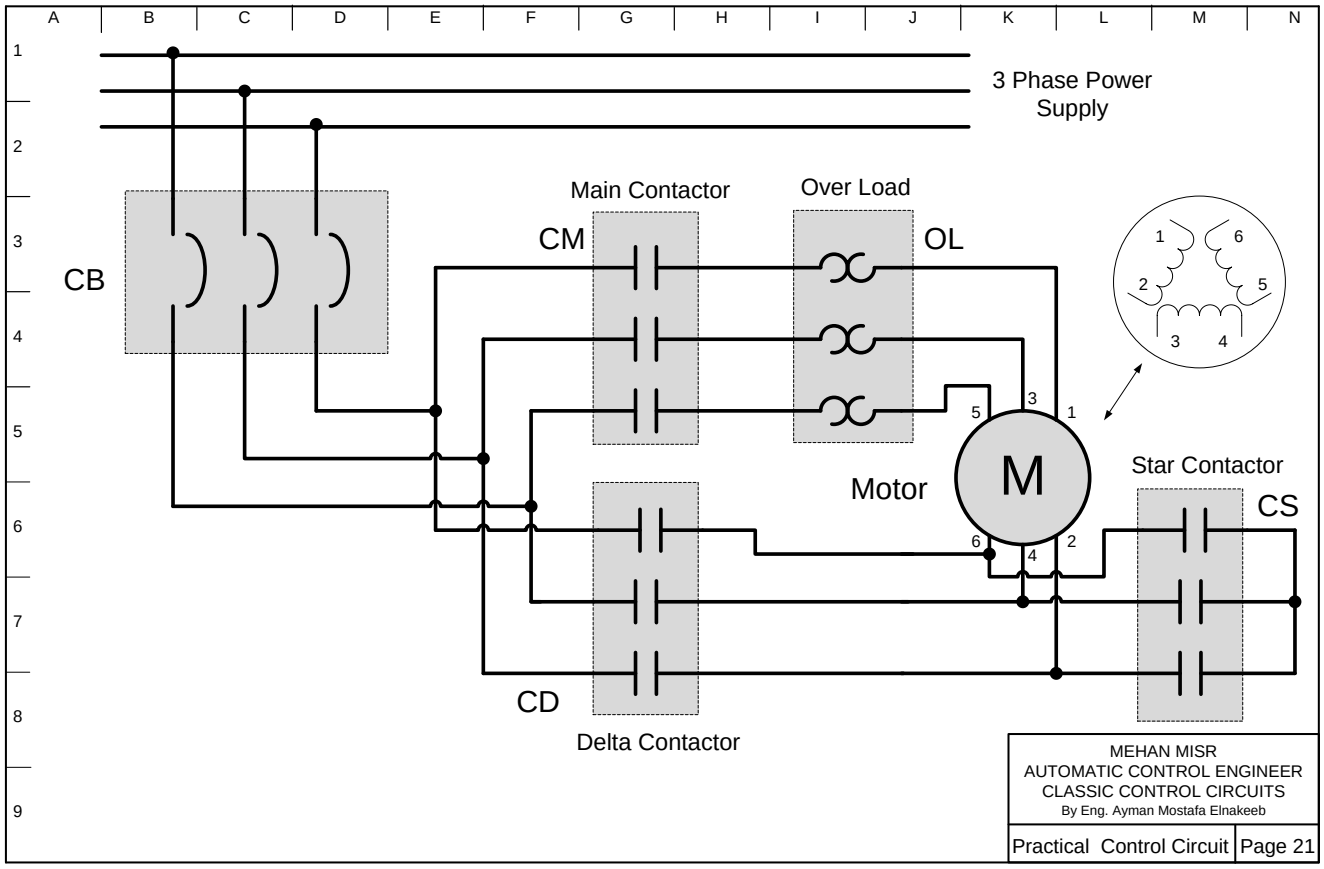

3 Phase Power Supply
Fast Contactor
Over Load
CF
OL2
CB
Circuit Breaker
Motor
M
CS
OL1
Slow Contactor
Over Load
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 16

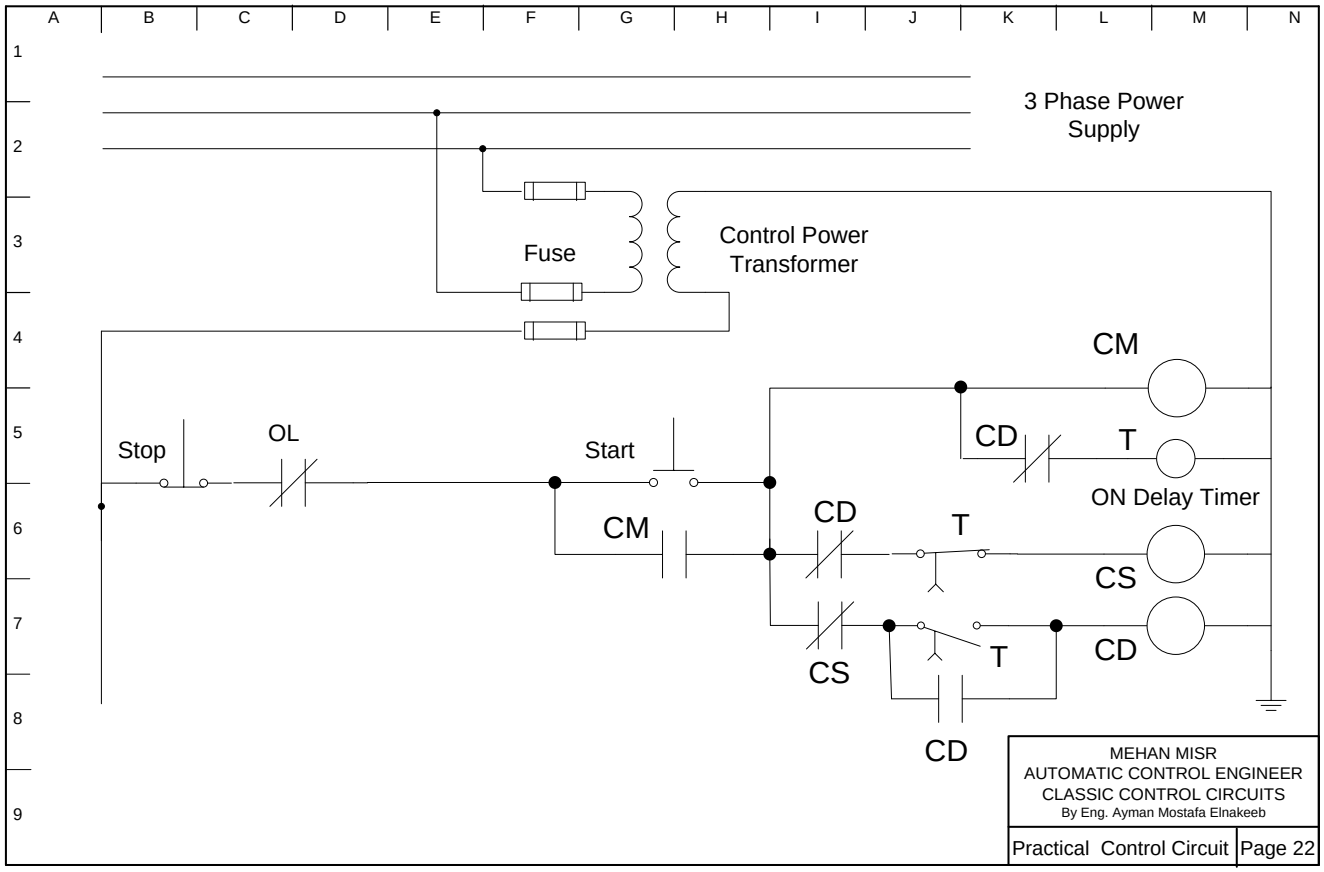

3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
Start Fast
CF
Start Slow
CF
Stop
OL1
OL2
Start Slow
CS
Start Fast
CS
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page17

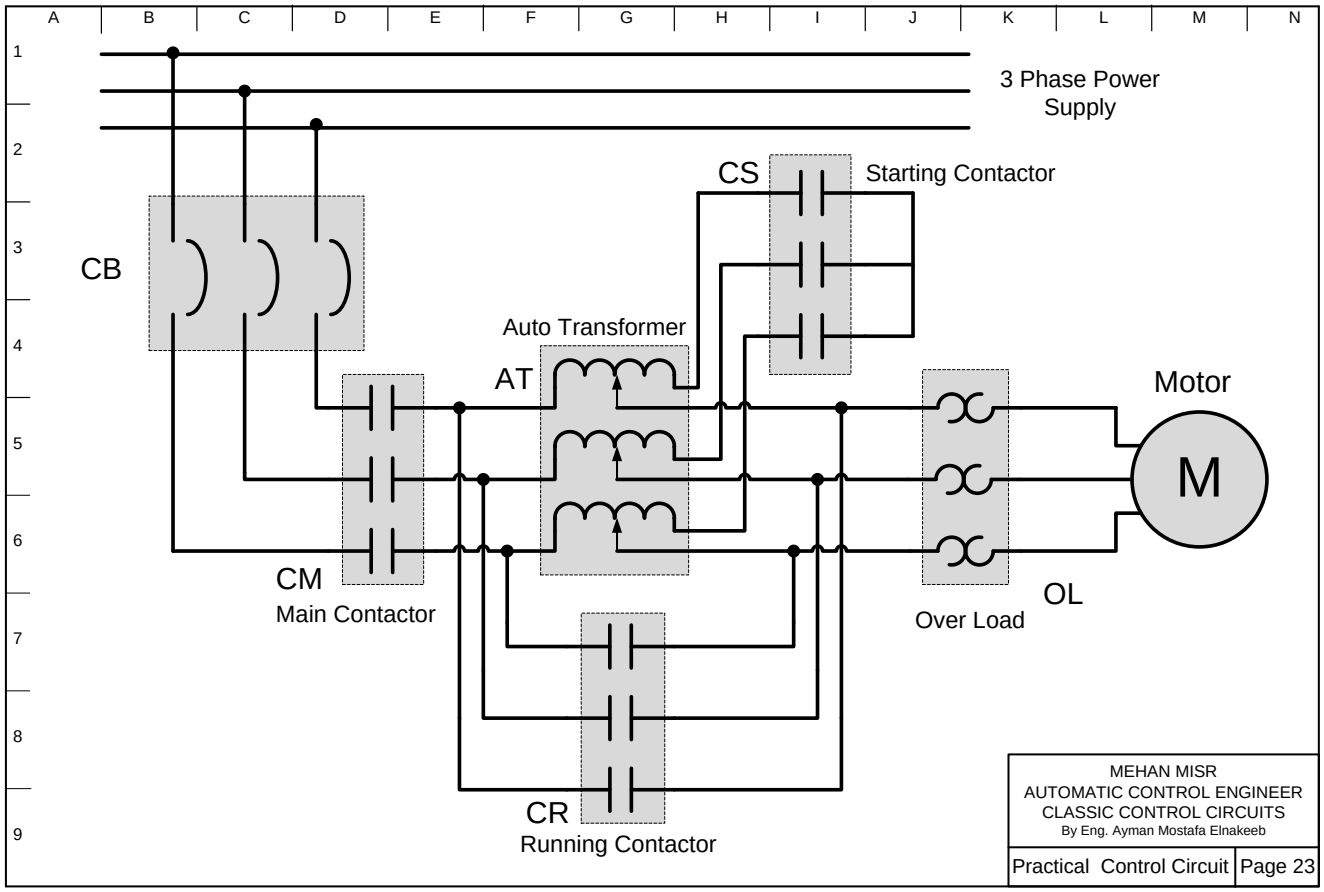

3 Phase Power Supply
Forward Contactor
Fast Contactor
OL2
CF
C2
Over Load
CB
Circuit Breaker
Motor
M
CR
C1
Over Load
Reverse Contactor
Slow Contactor
OL1
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 18

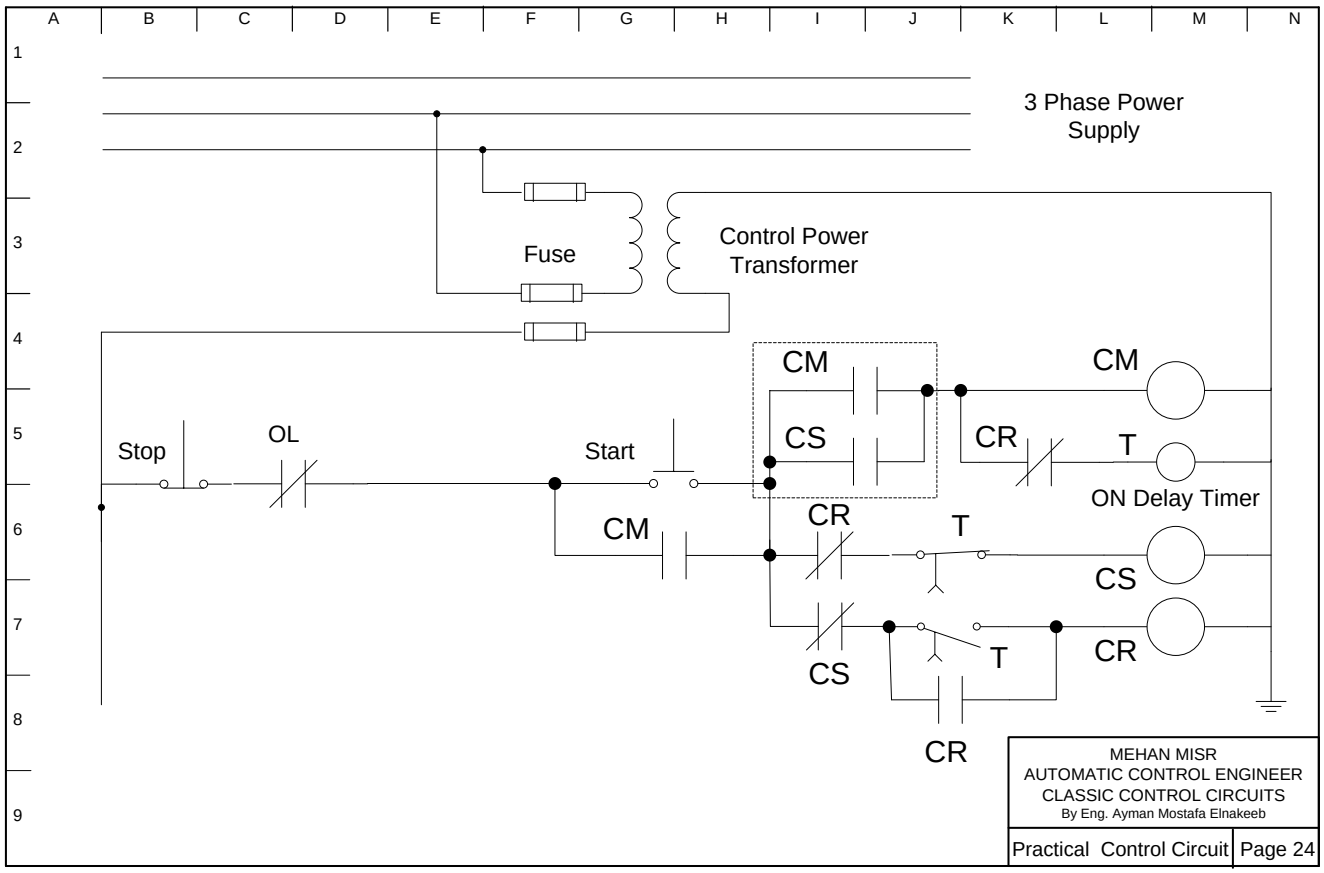

A B C D E F G H I J K L M N
1 2 3 4 5 6 7 8 9
L
N
Start Forward
CF
Start Reverse
CF
Stop
OL1
OL2
Start Forward
Start Reverse
CR
CR
CF
C1
CR
Slow
Fast
Speed selector
C2
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page19

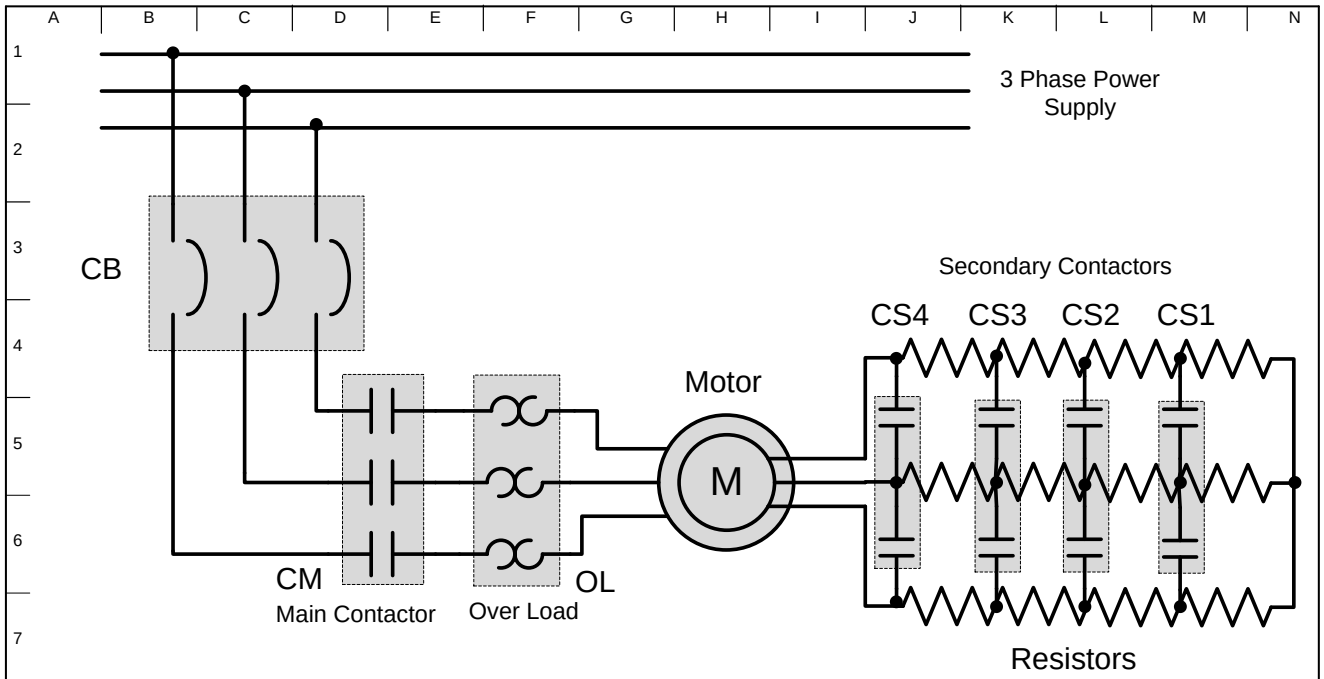

A B C D E F G H I J K L M N
1 2 3 4 5 6 7 8 9
L
N
E-Stop
OL1
OL2
Door LS
Start Forward
CF
CF
CR
CR
CF
Start Reverse
CR
CR
PLSF
RS
CF
RS
Slow
C1
PLSR
CR
Fast
C2
RS
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 20


3 Phase Power Supply
Main Contactor
Over Load
CM
OL
CB
1
6
2
5
3
4
5
3
1
Motor
M
Star Contactor
CS
6
4
2
CD
Delta Contactor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 21


3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
CM
Stop
OL
Start
CD
T
ON Delay Timer
CM
CD
T
CS
CS
T
CD
CD
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 22

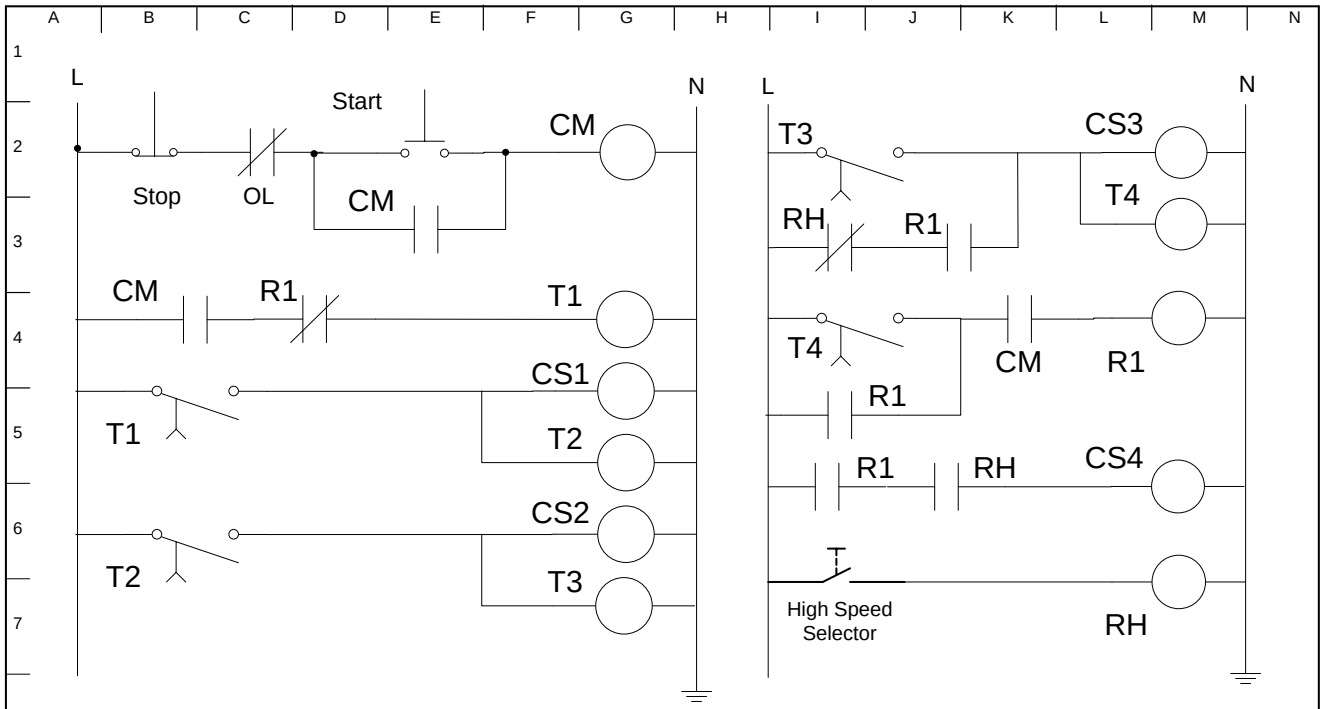

3 Phase Power Supply
CS
Starting Contactor
CB
Auto Transformer
AT
Motor
M
CM
Main Contactor
OL
Over Load
CR
Running Contactor
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 23


3 Phase Power Supply
Fuse
Control Power Transformer
Stop
OL
Start
CM
CS
CR
T
ON Delay Timer
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb
Practical Control Circuit
Page 24



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Practical Control Circuit | Page 25



MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Practical Control Circuit | Page 26

الحقيبة التدريبية المهنية

مهندس التحكم الآلى

Automatic Control Engineer

الحاكمات المنطقية القابلة للبرمجة

PLC

إعداد

مهندس/ أيمن مصطفى النقيب

الحاكمات المنطقية القابلة للبرمجة

PLC

مقدمة

الحمد لله والصلاة و السلام على رسول الله و بعد ،

فلا شك أن الكهرباء قد صارت عصب من أهم أعصاب الصناعة الحديثة فأغلب الآلات و العمليات الصناعية هذه الأيام صارت يتم إدارتها و التحكم فيها من خلال نظم كهربية. و النظم الكهربية الموجودة في هذه الآلات تقوم بوظيفتين أساسيتين :

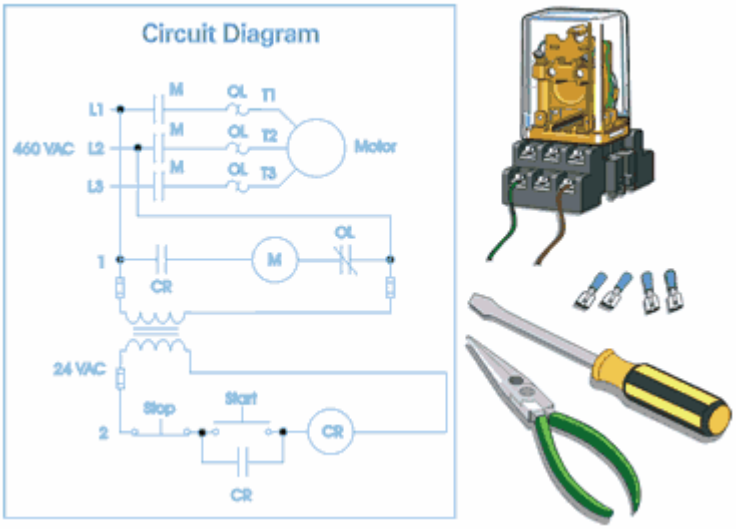
الأولى : نقل و توزيع الطاقة الكهربية و توصيلها إلى الوحدات التي ستستفيد بها (مثل : المحركات – السخانات – نظم الإنارة ...) بشكل سليم و آمن و هذه تسمى نظم القوى الكهربية .

الثانية : التحكم في كيفية تشغيل هذه الوحدات بحيث تحقق الغرض منها (مثلاً : التحكم في تشغيل و إيقاف المحركات و في سرعتها ...) و هذه تسمى نظم التحكم الكهربية .

وموضوعنا اليوم يدور حول واحد من أهم و أحدث نظم التحكم الكهربية ألا و هو نظام الحاكمات المنطقية القابلة للبرمجة Programmable Logic Controllers أو ما يسمى اختصارا PLC و قبل أن نشرع في دراسة هذا النظام و التعرف عليه يجب علينا أولا أن نلقي نظرة على نظم التحكم التقليدية و التي يفترض أن يحل ال PLC محلها .

نظم التحكم التقليدية **Hard-Wired Control**

قبل تصميم و اختراع أجهزة ال PLC كانت معظم عمليات التحكم تتم بتوصيل مجموعة من المفاتيح و المرحلات (الريليهات) مع بعضها البعض حسبا الشكل



وكان ذلك يعتبر تقدما كبيرا مقارنا بنظم التحكم اليدوي Manual Control و التي كانت تعتمد على الإنسان لتنفيذ منطق التحكم و كان لهذه الطريقة اليدوية الكثير من العيوب حيث لأنها كانت معرضة لخطأ الإنسان و نسيانه و تكاسله فكان ظهور التحكم الكهربي الآلي Automatic Control يمثل ثورة في هذا المجال حيث تستمر هذه الدوائر في العمل بشكل ثابت بدون خطأ أو نسيان أو تكاسل .

- وتعتمد هذه الدوائر على مجموعة من المجسات التي تركب على الماكينة لمعرفة حالتها (و هذه تحل محل حواس الإنسان في التحكم اليدوي) و تسمى وحدات الدخل.
- ومجموعة من المرحلات (الريليهات) التي تحمل منطق التحكم (و هذه تحل محل العقل البشري) و تسمى وحدات التحكم أو وحدات المنطق .
- ومجموعة من وحدات تشغيل المحركات (Contactors) (و هذه تحل محل يد الإنسان التي كان سيشغل بها المحرك) و تسمى وحدات الخرج .

بداية ظهور الـ PLC :

و مع مرور الوقت و تعقد العمليات الصناعية بدأ يظهر أن هذه النظم التقليدية غير مناسبة فهي غير مرنة و لا تسمح بتعديل التصميم بسهولة و هي كبيرة الحجم و كثيرة التكاليف و كلما كان النظام أكبر كان احتمل حدوث أعطال فيه أكثر و كان تحديدها يحتاج الكثير من الوقت الذي تتوقف فيه المعدة عن العمل مما يضيع الكثير من الجهد و المال .

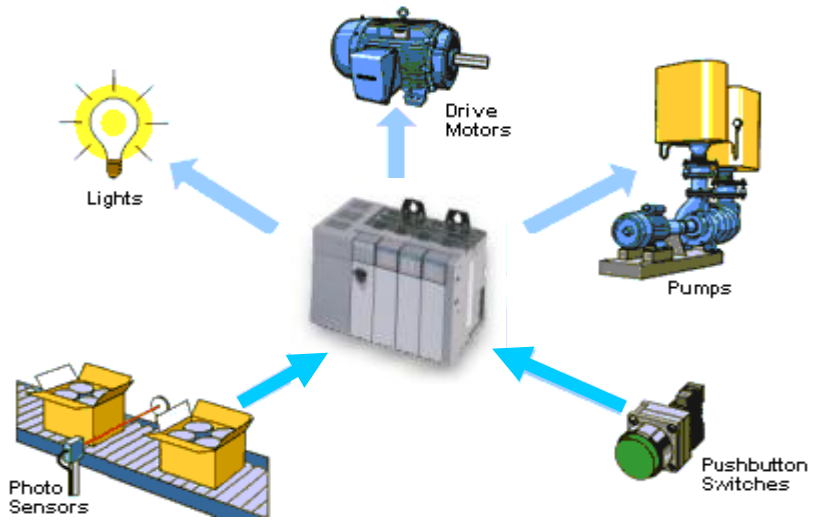
وكما هي العادة دائما إذا تعلق الأمر بالمجال الاقتصادي الذي يبحث العاملون فيه عن الربح و تخفيض التكاليف ، تم توظيف الباحثين لابتكار أجهزة مرنة لديها القابلية لتغير الوظيفة و لديها القدرة على العمل لساعات طويلة بدقة متناهية ، و هذا حصل خلال ثورة الكمبيوتر و دخوله للعديد من المجالات الصناعية و التجارية فتم تصميم أجهزة التحكم القابلة للبرمجة PLC التي تشبه في وظيفتها دماغ الإنسان البشري و لكن مع القدرة على العمل لمدة 24 ساعة متواصلة وبدون أخطاء أو نسيان أو تكاسل .

وقد كانت بدايات ذلك في سنة 1968 عندما و ضع مهندسو شركة جنرال موتورز المواصفات المطلوبة لأول جهاز تحكم يحل محل نظام الريليهات القديم و يعتمد على تكنولوجيا الكمبيوتر. و قد فازت بالعملية شركة بدفورد فقامت بتأسيس شركة جديدة لتحقيق هذا لهدف و كان أسمها MODICON " Modular Digital Control " و في سنة 1969 كان ظهور أول جهاز PLC و كان يسمى " 084 " (إشارة إلى أنه كان المشروع رقم 84 لهم !!) و قد باعوا منه أكثر من ألف وحدة . و في سنة 1971 بدأت شركة Allen-Bradley في إنتاج جهازها الجديد " PLC 1774 " و قد قاموا بتسمية جهازهم هذا "Programmable Logic Controller " . ثم بدأ الأمر ينتشر تدريجياً و لم تدخل الثمانينيات إلا و ال PLC قد صار واحداً من أهم وسائل التحكم في الصناعة الحديثة .

تعريف عام بالحاكم المنطقي المبرمج PLC

- الحاكم المنطقي المبرمج هو جهاز ينتمي إلى عائلة الحاسوب و هو عبارة عن معالج دقيق يستخدم للتحكم في الآلات و العمليات الصناعية المختلفة .
- و الحاكم المنطق المبرمج يأخذ مدخلاته من مجموعة من المفاتيح تمثل رغبات المشغل بالإضافة لمجموعة من المجسات التي تعطي حالة الآلة .
- و هذا الحاكم له القدرة على تخزين التعليمات (البرنامج) لينفذ وظائف التحكم المختلفة مثل التوقيت ، العد ، معالجة البيانات ، الحساب و الاتصال و غيرها .
- و في النهاية يقوم الحاكم بالتحكم في مجموعة من المخرجات التي تقوم بدورها بالتحكم في المحركات و غيرها من المعدات ليتم عن طريقها التحكم في العمليات المطلوبة و بالإضافة لذلك قد يعطي الحاكم مجموعة من الإشارات التي تبين حالة الآلة للمشغل .

يبين الشكل التالي وحدة PLC



مقارنة بين نظام التحكم التقليدي و نظام التحكم المبرمج PLC

- **المرونة :** هل هناك حاجة لتغيير منطق التحكم ؟ و هل سيحدث ذلك كثيرا ؟ و هل سنحتاج أن يتم ذلك بسرعة ؟ كثير من الشركات تعتقد أنها لن تغير أبدا منطق التحكم الخاص بماكيناتها و لكن الواقع أن هذا يحدث فعلا ! فهل من الأسهل أن يكون ذلك في دائرة تحكم تقليدية أم في برنامج PLC ؟
- **إمكانية النمو و التوسع المستقبلي** : يستطيع ال PLC ببساطة أن ينمو ليستوعب أي توسعات مستقبلية و ذلك بإضافة المزيد من الكروت إليه (و ذلك نظرا لطبيعة تكوينه من وحدات منفصلة) بخلاف نظم التحكم التقليدية .
- **المشابهة :** يمكن استخدام نفس وحدة ال PLC في ماكينات مختلفة و يمكن نقل الوحدة من ماكينة إلى أخرى و كل المطلوب سيكون تغير البرنامج الموجود في ذاكرة ال PLC ولاشك أن هذا أسهل بكثير من بناء دائر مستقلة لكل ماكينة كما يحدث في دوائر التحكم التقليدي . و ذلك أفضل بالنسبة لرصيد قطع الغيار و للخبرة المطلوبة في التعامل مع الوحدات .

- **سرعة و دقة الأداء :** يستطيع ال PLC أن يستجيب للتغيرات الحادثة في المعدة و يعطي إشارات الخرج المطلوبة بشكل أسرع و أكثر دقة بكثير من النظم التقليدية .
- **الاعتمادية :** نظام ال PLC أكثر تحملا و اعتمادية و أقل أعطالا من النظم التقليدية حيث أن تحويل الريليهات و التيمرات و غيرها إلى منطق برمجي يجنبنا مشاكل الوحدات التالفة و مشاكل التوصيلات المفكوكة و غيرها من مشاكل نظم التحكم التقليدية .
- **زمن التوقف (الأعطال) :** عند حدوث عطل في النظم التقليدية فلابد من خروج النظام من الخدمة حتى يتم تحديد و إصلاح العطل و ذلك عادة ما يستغرق زمنا طويلا و أما في نظام ال PLC فالكثير من الأعطال يمكن تشخيصها و إصلاحها بسرعة كبيرة و النظام في الخدمة (و ذلك بفضل نظام تتبع و تحديد الأعطال المتكامل الموجود فيه) و حتى عندما نضطر لخروج النظام من الخدمة فإن ذلك يكون لمدة قصيرة نظرا لسهولة استبدال وحدات ال PLC بوحدات جديدة في زمن قصير جدا .
- **الحجم :** مقارنة بنظام تحكم تقليدي يحتوي على العشرات من الريليهات و التيمرات لاشك أن ال PLC سيكون أصغر بكثير في الحجم مما يوفر في المساحة المطلوبة لنظام التحكم .
- **السعر :** في نظام تحكم بسيط يحتوي على بضع ريليهات فإن النظام التقليدي سيكون أرخص بكثير من نظام ال PLC و لكن مع تعقد النظام فإن تكلفة نظم التحكم التقليدية قد تزيد بكثير عل تكلفة نظام ال PLC .
- **المراقبة و تسجيل البيانات :** يمكن بسهولة عمل اتصال بين وحدة ال PLC و بين وحدة مراقبة HMI أو جهاز كمبيوتر لمراقبة و تسجيل كل ما يحدث في المعدة. كما يمكن نقل البيانات بعد ذلك لأي مكان نريده و كل ذلك لا يمكن مع النظم التقليدية .

و مما سبق يمكننا تلخيص أهم مميزات أجهزة التحكم القابلة للبرمجة PLC

مميزات نظام الـ PLC

- مرونة وسرعة في عمل التغيرات في نظام التحكم مع قدرة على النمو لاستيعاب التوسعات .

- اعتمادية كبيرة وزمن توقف صغير ونظام كشف أخطاء متكامل .

- حجم صغير و تكلفة منخفضة مقارنة بنظم التحكم التقليدية الكبيرة .

- إمكانية نقل البيانات بشكل فوري و مستمر و استخدام نظم المراقبة وتسجيل البيانات الحديثة.

- وبالرغم من كل المميزات السابقة إلا أن ال PLC - كأي شيء آخر – له بعض العيوب – أو لنقل محددات الاستخدام وفيما يلي أهم هذه العيوب :

عيوب نظام الـ PLC

- ذكرنا أن ال PLC قد يكون أقل تكلفة من نظم التحكم التقليدية الكبيرة المعقدة و لكنه قطعا ليس كذلك بالنسبة لنظام تحكم تقليدي صغير (يحتوي عل بضع ريليهات مثلا) وبالتالي فليس من الحكمة استبدال مثل هذه النظم الصغيرة بوحدة PLC مكلفة .
- نظام ال PLC نظام مركزي و هذا يهدد بتوقف المنشأة كلها فجأة عند توقفه عن العمل فمثلا لو كان هناك PLC يتحكم في خمس طلمبات فسوف تتوقف جميعها عن العمل عند توقفه بخلاف النظم التقليدية حيث يكون لكل طلمبة دوائر تحكم مستقلة فلا يؤثر توقف إحداها على الأخرى . ويتم معالجة ذلك العيب بعمل نظام تحكم يدوي بديل للمعدات يلجأ إليه في الطوارئ (عند توقف ال PLC عن العمل) . و أيضا و في الأماكن الحساسة (التي لا تتحمل توقف ال PLC عن العمل) يتم استخدام وحدتي PLC تعملان معا بالتوازي بحيث تحل إحداهما محل الأخرى فورا عند توقفها عن العمل إلا أن ذلك بالطبع يضاعف التكلفة !! .
- التعامل مع نظام ال PLC يحتاج خبرة خاصة و مهارات معينة قد لا تكون موجودة بسهولة عند أطقم الصيانة الذين اعتادوا التعامل مع نظم التحكم التقليدية مما يتطلب إعادة تدريبهم و تأهيلهم للتعامل مع هذا النظام .

مقارنة بين الحاسب العادي و الحاكم المنطقي المبرمج **PLC**

ويتضح مما سبق أننا في حاجة لاستخدام نظام قابل للبرمجة للتحكم في الماكينات ولكن هل يصلح جهاز الكمبيوتر العادي لهذا الغرض؟
الواقع أن هذا و إن كان ممكن من الناحية النظرية إلا أنه عمليا لا يصلح لمجموعة من الاعتبارات أهمها ما يلي:

- **وحدات الدخل و الخرج :** صمم الحاسب العادي للتعامل مع الإنسان و بالتالي فهو يتلقى الدخل منه عن طريق لوحة الأزرار و الفأرة و يعطيه الخرج عن طريق الشاشة و الطابعة بينما ال PLC يجب أن يتلقى الدخل من الماكينة لينفذ عليه عمليات التحكم ثم يعطيها بعد ذلك الخرج ليتحكم فيها و هو ما لم يجهز الحاسب العادي للقيام به .

- **البيئة المحيطة** : صمم الحاسب العادي ليوضع في بيئة مكتبية ذات ظروف بيئية مناسبة بينما ال PLC يوضع بجوار الماكينات في بيئة صناعية تحتوي على ظروف صعبة مثل حرارة و رطوبة عاليتان و كذلك اهتزاز و صدمات بالإضافة لمجالات كهربية و مغناطيسية قد تؤثر على عمل الحاسب العادي الذي لم يعد للتعامل مع مثل هذه الظروف (صحيح أن هناك حاسب صناعي مصمم لتعامل مع هذه الظروف و لكنه بالطبع أغلى ثمنا بكثير من الحاسب المكتبي العادي)

- **المرونة و القابلية للتوسع :** الحاسب العادي محكوم بعدد معين من كروت التوسع التي يمكن تركيبها فيه و بعد اكتمالها لن يكون توسعته أمرا سهلاً بخلاف ال PLC و الذي هو بطبيعته مكون من و حدات يمكن الزيادة عليها متى شئنا بمنتهى السهولة .

- **السرعة** : صمم ال PLC لتنفيذ برنامج واحد فقط (هو برنامج التحكم في الماكينة) بشكل متتابع و هذا يجعله أسرع بكثير من الكمبيوتر العادي و الذي هو بطبيعة تصميمه يعتمد على نظام متعدد المهام (ويندوز) مما يجعل وقته موزع بين هذه المهام و بالتالي يكون بطيء الاستجابة .

- **الاعتمادية** : نادراً جدا ما يتوقف برنامج ال PLC عن العمل (يتجمد) بينما يعتبر ذلك أمراً مألوف في الحاسب العادي و أيضا الحاسب العادي معرض للإصابة بالفيروسات و غيرها من البرامج الضارة و التي تجعله غير موثوق به للتحكم في العمليات الصناعية بخلاف ال PLC فإنه غير معرض لمثل ذلك .

- **سهولة الاستخدام و لغات البرمجة** : صمم نظام ال PLC بحيث يتم برمجته بنفس الكيفية التي كانت تصمم بها دوائر التحكم التقليدية القديمة و بالتالي فلن يجد المهندسون أي صعوبة في التعامل معه بخلاف الحاسب العادي و الذي لم تصمم لغات برمجته لمثل هذا الغرض .

- **تخزين و معالجة و عرض البيانات :** هنا تظهر قوة الحاسب العادي مقارنا بال PLC و الذي لم يعد لتخزين و معالجة كمية كبيرة من البيانات (لأنه لا يحتوي عل قرص صلب) و كذلك ليس له واجهة رسومية لعرض البيانات على المستخدم و لكن ذلك عادة يعالج بتوصيل ال PLC بوحدة مشغل HMI أو بحاسب عادي ليقوم هو بتخزين و معالجة و عرض البيانات عند الحاجة لذلك .

مقارنة بين نظام التحكم اليدوي و نظام التحكم التقليدي و نظام التحكم المبرمج **PLC** و الحاسب الآلي :

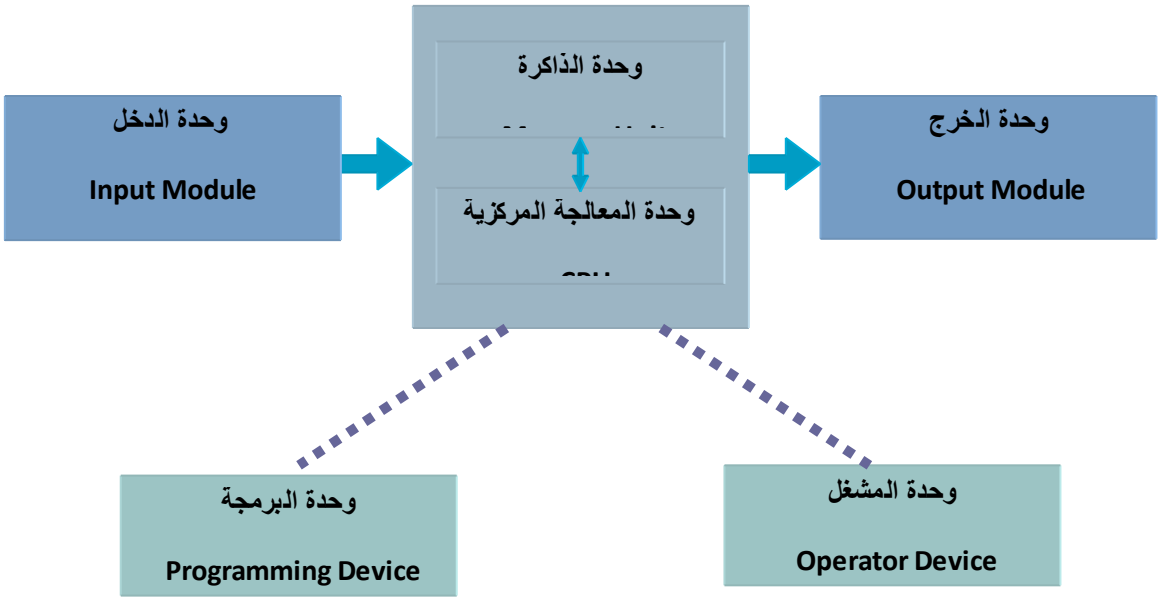
وحدات الدخل	حواس الإنسان كالعين و الأذن و التي يراقب بها الماكينة	مجسات مركبة في الماكينة المراد التحكم فيها	مجسات مركبة في الآلة و متصلة بوحدات الدخل في ال PLC	لوحة أزرار – فأرة و غيرها من وحدات الدخل للحاسب الآلي
وحدات الخرج	يد الإنسان و التي يقوم بتشغيل المحرك بها	وحدات تشغيل للمحركات Contactors	وحدات تشغيل للمحركات متصلة بوحدات الخرج في ال PLC	شاشة – طابعة و غيرها من وحدات الخرج للحاسب الآلي
وحدة المنطق و التحكم	عقل الإنسان و الذي يقرر به ما يجب عمله في الماكينة	مجموعة من (الريليهات) و التي تبنى بحيث تحقق منطق التحكم المطلوب	معالج دقيق يبرمج بما يجب عمله للتحكم في الماكينة	معالج دقيق يبرمج ببرامج الحاسب الآلي المطلوبة لأداء مهامه كالحسابات و الرسم و غيرها
المرونة و قابلية التوسع	مرن و قابل للتوسع	غير مرن و غير قابل للتوسع	مرن و قابل للتوسع	مرن و لكن هناك صعوبة في توسعه
سرعة و دقة الأداء	بطيء و غير دقيق	متوسط السرعة و الدقة	سريع و دقيق	دقيق و لكنه غير سريع
الإعتمادية	قد ينسى أو يتكاسل	يعتمد عليه و لكنه كثير الأعطال	يعتمد عليه	قد يتوقف عن العمل و قد يرتبك أداءه
تسجيل البيانات	يقوم بالتسجيل اليدوي و لا يوثق بدقة هذه البيانات	يصعب تسجيل البيانات منه	يحصل على البيانات بدقة و يمكن توصيله بحاسب عادي للتسجيل و العرض	قادر على تسجيل البيانات و عرضها بكفاءة تامة
البيئة	يعمل في البيئة الصناعية و لكن هناك أماكن خطرة يصعب عمله بها	يعمل في البيئة الصناعية	يعمل في البيئة الصناعية	لا يعمل في البيئة الصناعية (هناك أنواع خاصة للبيئة الصناعية و لكنها غالية السعر)

مكونات وحدة الـPLC

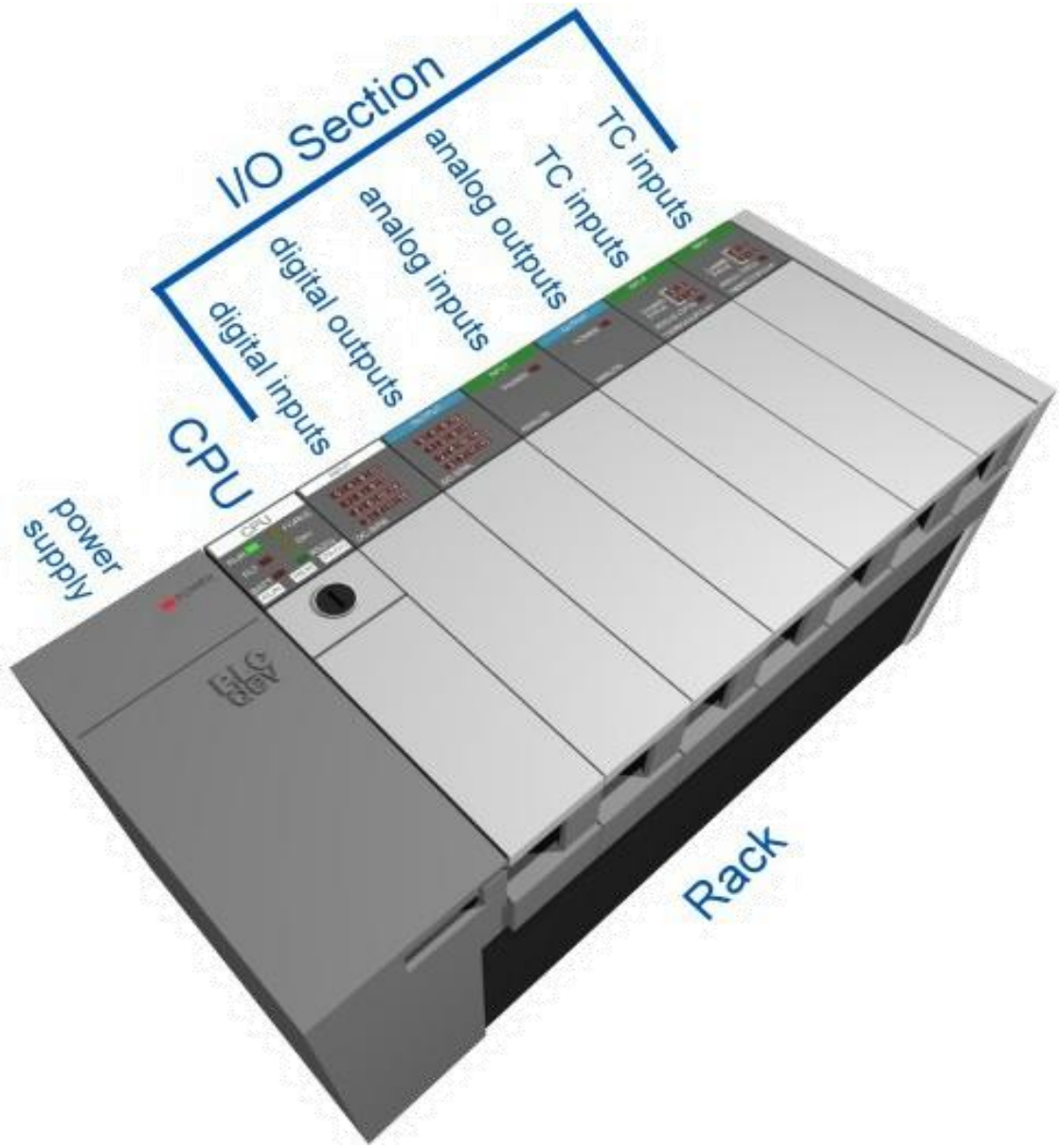
تتكون وحدة الـ**PLC** من المكونات الرئيسية التالية:

- وحدة مصدر القدرة و الرف Power supply & Rack
- وحدة المعالجة المركزية CPU
- وحدات الدخل Input module
- وحدات الخرج Output module
- جهاز البرمجة Programming Device
- وحدة المشغل Operator unit

يبين الشكل التالي مكونات وحدة الـ **PLC**



وتوضح الصورة التالية الشكل الحقيقي لإحدى وحدات ال **PLC**

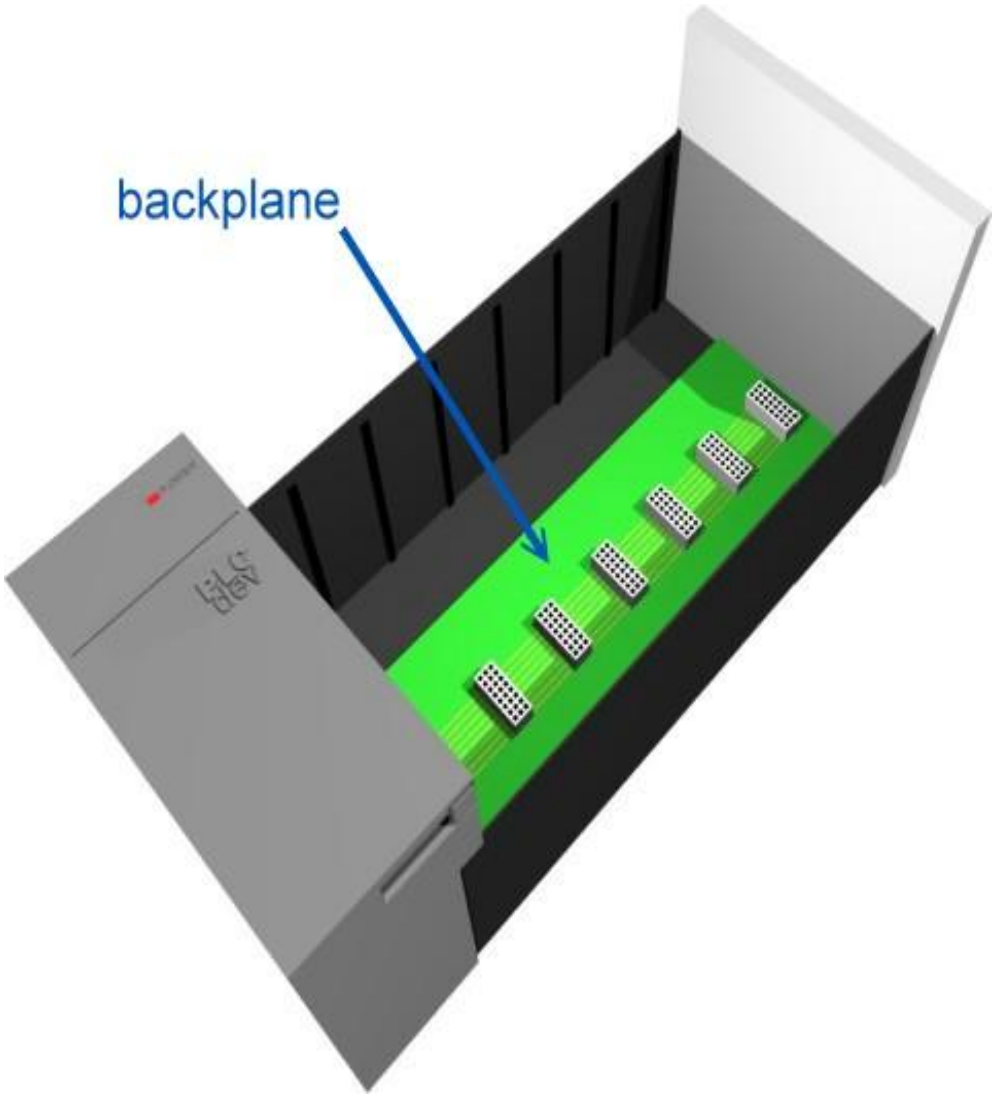


أولا: وحدة مصدر القدرة و الرف **Power supply & Rack**

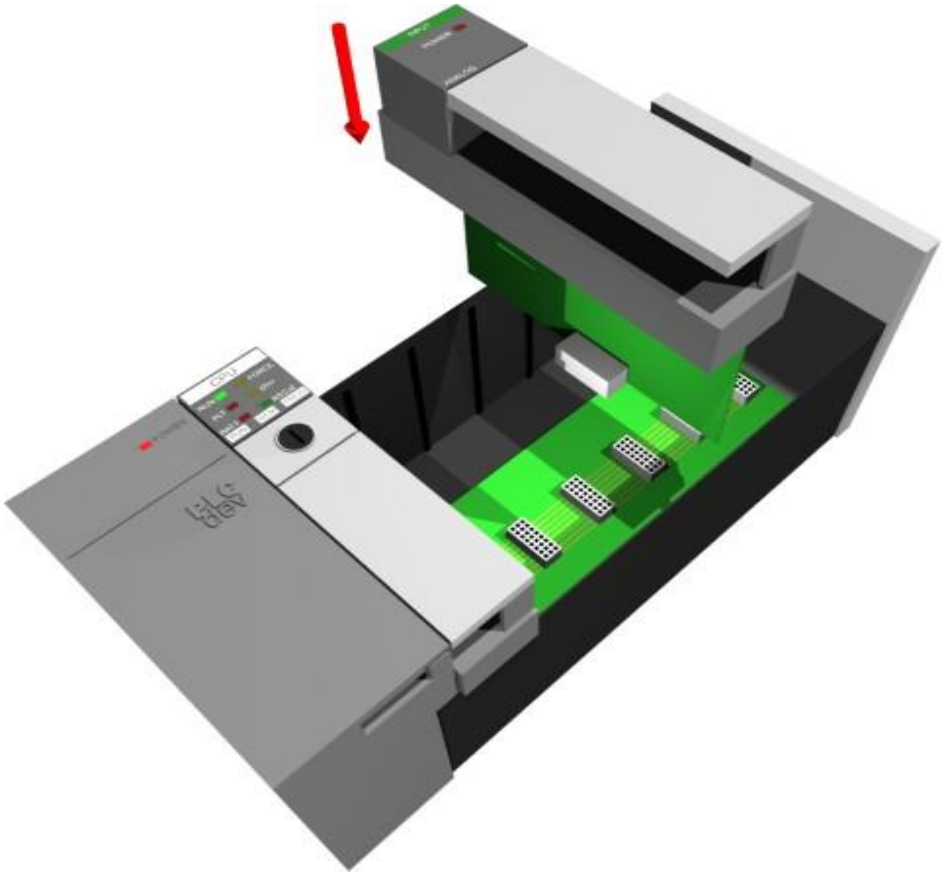
تقوم وحدة مصدر القدرة Power supply unit بتجهيز الطاقة الكهربية التي تحتاجها باقي وحدات ال PLC و تقوم بتوصيل هذه الطاقة لها عن طريق توصيلات خاصة موجودة في داخل الرفRack . و يجب أن تختار قدرة هذه الوحدة بحيث تكون كافية لتغذية كل الوحدات بدون مشاكل و يمكن حساب ذلك بجمع الطاقة الكهربية المطلوبة لكل وحدة مع زيادة نسبة احتياطية تسمح بإضافة وحدات أخرى عند الاحتياج مستقبلا . ويعتبر الرف RACK هو العلبة الفارغة التي يتم تركيب باقي الوحدات فيها و هو مصمم بحيث يسمح بفك و تركيب الوحدات فيه بسهولة و يسر .

ويجب اختيار الرف RACK المناسب بحيث يستوعب كل الوحدات المطلوبة . ويمكن عند الاحتياج (عند كثرة عدد وحدات الدخل و الخرج) استخدام أكثر من رف RACK و يتم التوصيل بينهم بواسطة كابل خاص . و لابد عندئذ من استخدام وحدة قدرة مستقلة لكل رفRack . ويحتوي الرف Rack على التوصيلات و الأسلاك المطلوبة لنقل الطاقة و البيانات بين الوحدات المختلفة .

يبين الشكل التالي صورة وحدة القدرة **Power supply unit** و كذلك صورة للرف **Rack** فارغاً



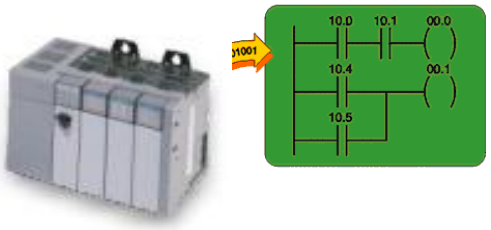
يبين الشكل التالي طريقة تركيب الوحدات المختلفة في داخل الرف **Rack**



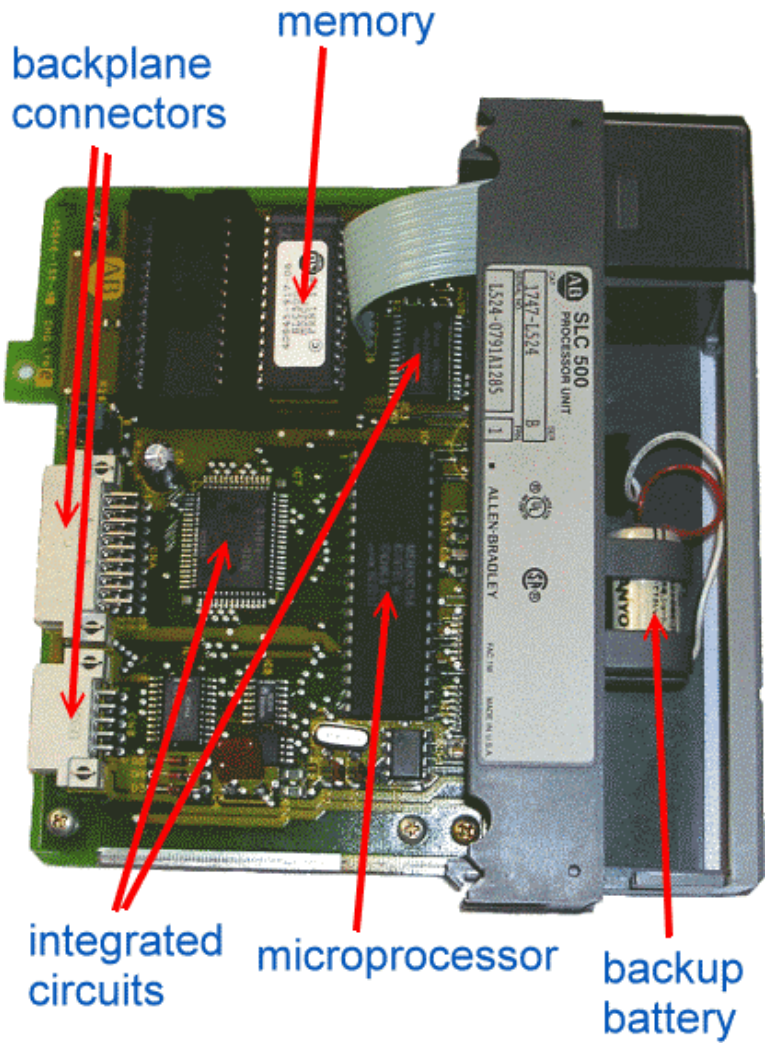
ثانياً : وحدة المعالجة المركزية **CPU**

وهي عبارة عن معالج دقيق وهي مركز اتخاذ القرارات لوحدة ال PLC . و تحتوي كذلك على ذاكرة النظام . وتقوم وحدة المعالجة المركزية CPU بما يلي :

- استقبال و معالجة الإشارات المنطقية المرسلة من وحدات الدخل
- اتخاذ القرارات المناسبة حسب التعليمات المخزنة في ذاكرة البرنامج.
- إصدار أوامر التحكم لوحدات الخرج حسب تعليمات البرنامج المخزنة في الذاكرة
- تقوم وحدة الـ CPU بعديد من العمليات مثل العد، التوقيت، مقارنة البيانات...



و توضح الصورة التالية الشكل الحقيقي لإحدى وحدات ال **CPU**



ويلاحظ وجود مجموعة من لمبات الإشارة على واجهة وحدة ال CPU و ذلك لبيان حالة الوحدة و كونها في حالة تشغيل للبرنامج أو في حالة عطل و كذلك حالة قنوات الاتصال و حالة البطارية و كذلك بيان أن هناك إجبارForce لبعض إشارات الدخل أو الخرج .

وكذلك يوجد مفتاح على واجهة الوحدة يمكن عن طريقه التحكم في حالة الوحدة و كونها في وضع البرمجة أو التشغيل أو التحكم عن بعد (من الحاسب الآلي) .

ويلاحظ أيضا و جود منافذ الاتصال على واجهة الوحدة و التي يتم عن طريقها توصيل قنوات الاتصال بين وحدة ال CPU و بين جهاز الكمبيوتر أو وحدة المشغل حيث أن من مهام وحدة ال CPU القيام بعمليات الاتصال (أحياناً تستخدم وحدات منفصلة للتعامل مع عمليات الاتصال) .

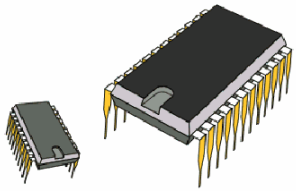
وحدة الذاكرة **Memory unit**

يوجد نوعين رئيسيين من الذاكرة في وحدة الـ**PLC** :

- **الذاكرة العشوائية (RAM)** وهي الذاكرة التي يمكن إدخال البيانات (DATA) لها مباشرة من أي عنوان (Address). كما أنه يمكن كتابة وقراءة البيانات من هذه الذاكرة. وهي ذاكرة غير دائمة أي مؤقتة يعني هذا أن البيانات المخزنة فيها ستفقد في حالة فقد الطاقة الكهربية المشغلة لها و لذلك يتم تركيب بطارية لتجنب فقدالبرنامج و البيانات المخزنة فيها في حالة فقد الطاقة الرئيسية المشغلة لها.
- **ذاكرة القراءة فقط (ROM)** وهي الذاكرة التي يمكن قراءة البيانات منها و لكن لا يمكن كتابة البيانات فيها. هذه الذاكرة تستخدم لحماية البيانات أو البرامج المخزنة فيها من المحو، و هي ذاكرة دائمة و هذا يعني أن البيانات المخزنة فيها لن تفقد في حالة فقد الطاقة الكهربائية.

تنقسم هذه الذاكرة إلى:

- **ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة و المسح (EPROM)** و هي ذاكرة للقراءة فقط و لكن يمكن مسح البيانات منها وذلك بتعريضها للاشعة فوق البنفسجية لتصبح جاهزة لأستقبال بيانات جديدة بواسطة كاتب بيانات خاص بها.
- **ذاكرة القراءة فقط القابلة للمسح و البرمجة إلكترونياً (EEPROM)** وهي كذلك ذاكرة للقراءة فقط و لكن يمكن ان يتم مسح البيانات المخزنة بها وذلك بوضعها على (صيغة عدم الحماية)(Unprotected Mode) و من ثم إدخال بيانات جديدة لها.

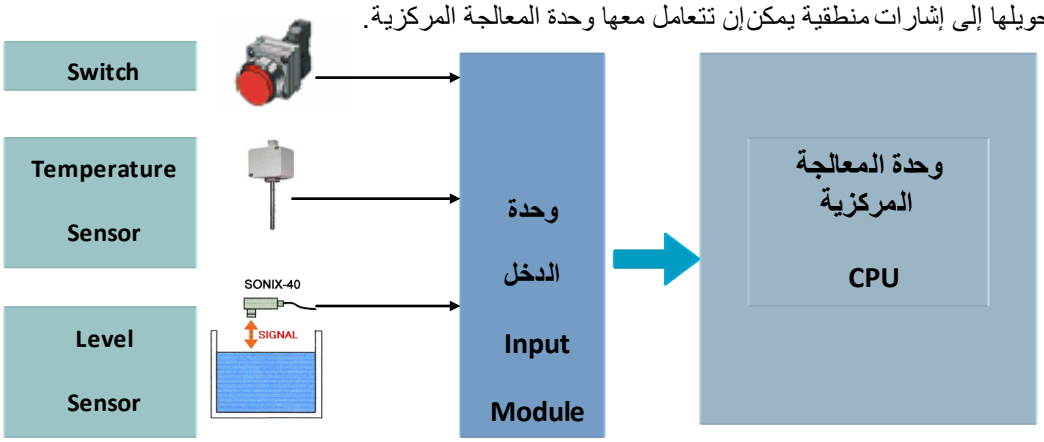


ثالثاً : وحدات الدخل والخرج

لابد لوحدة ال PLC من أن تحتوي على مجموعة من وحدات الدخل و الخرج يتم من خلالها تلقي و إرسال الإشارات للآلة المراد التحكم فيها

وحدات الدخل **Input Module**

يتم توصيل وحدة الدخل بمجموعة من العناصر الحقيقية الموجودة في الآلة المراد التحكم فيها مثل المفاتيح الكهربائية و المجسات و مقاييس الحرارة و الوزن و مجسات مستوى السوائل و غيرها حيث تقوم وحدة الدخل باستقبال الإشارات الرقمية و التماثلية المرسلة من هذه العناصر و تقوم بتحويلها إلى إشارات منطقية يمكن إن تتعامل معها وحدة المعالجة المركزية.



وتنقسم وحدات الدخل إلى قسمين أساسين :

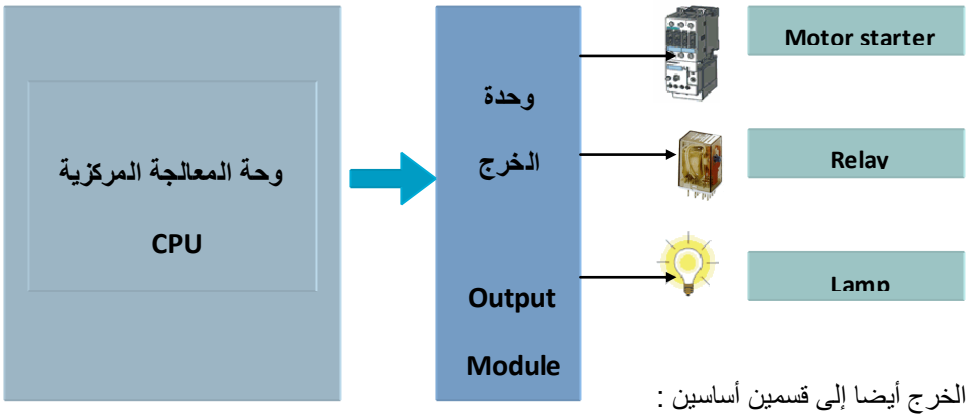
- وحدات الدخل الرقمية Digital Input Module
- وحدات الدخل التماثلية Analog Input Module

كما توجد وحدات دخل متخصصة للتعامل مع أنواع معينة من الإشارات مثل وحدات قياس الحرارة Thermocouples.

ويلاحظ وجود مجموعة من لمبات الإشارة على واجهة وحدة الدخل الرقمي تمثل كل منها إشارة من الإشارات الداخلة للوحدة بحيث يمكن معرفة وجود الإشارة من عدمه بدون حاجة للقياس مما يسهل عملية تحديد الأعطال .

وحدات الخرج **Output Module**

تقوم وحدة الخرج باستقبال تعليمات التحكم المنطقية المرسلة من وحدة CPU و تحويلها إلى إشارات رقمية أو تماثلية يمكن استخدامها للتحكم في مجموعة منوعة من الأجهزة (مشغلات) (Actuators)



وتنقسم وحدات الخرج أيضا إلى قسمين أساسين :

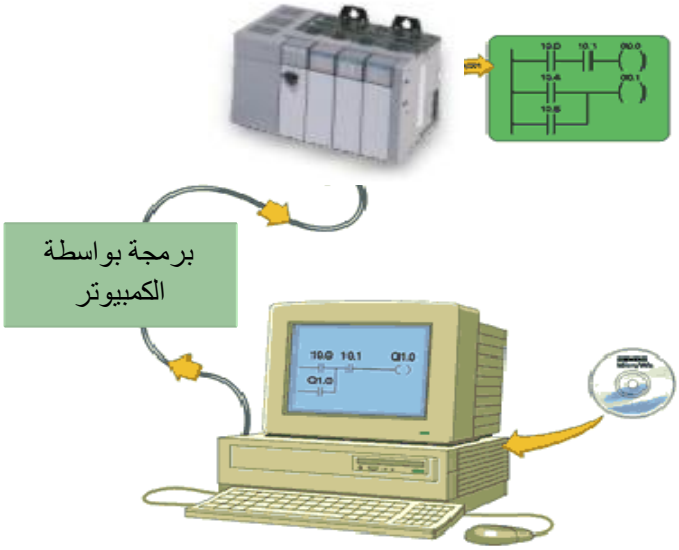
- وحدات الخرج الرقمية Digital Output Module
- وحدات الخرج التماثلية Analog Output Module

ويلاحظ وجود مجموعة من لمبات الإشارة على واجهة وحدة الخرج الرقمي تمثل كل منها إشارة من الإشارات الخارجة من الوحدة بحيث يمكن معرفة وجود الإشارة من عدمه بدون حاجة للقياس مما يسهل عملية تحديد الأعطال .

جهاز البرمجة **Programming device**

و هو جهاز كمبيوتر يتم توصيله بوحدة ال PLC و يستخدم فيما يلي :

- يتم كتابة البرنامج فيه.
- يتم بواسطته نقل البرنامج إلى وحدة ال PLC.
- يتم بواسطته متابعة تشغيل البرنامج و مراجعة قيم المدخلات و المخرجات .



وحدة المشغل **Operator Unit**

تتيح هذه الوحدة للمشغل ما يلي :

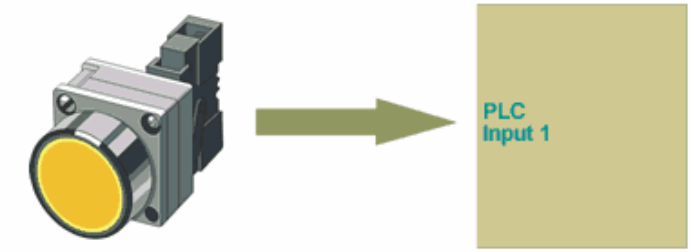
- عرض معلومات العمليات المختلفة المتحكم فيها.
- إدخال عوامل جديدة (Parameters) أو تعديل العوامل المستخدمة

العناصر التي يتم توصيلها مع وحدة ال **PLC** :

لا يمكن التعامل مع أجهزةPLC على أنها أجهزة مستقلة يمكن فهمها بدون معرفة بعض العناصر و الوحدات التي تستخدم معها في المجال الصناعي و يمكن تقسيم هذه الوحدات إلى قسمين : المجسات و المشغلات و كل من هذين القسمين له نوعان رقمي و تماثلي و فيما يلي بيان هذه الأنواع

المجسات **Sensors**

المجس هو عبارة عن عنصر يقوم بتحويل الحالة الفيزيائية إلى إشارة كهربائية ليتم أستعمالها في وحدة الـــ PLC. و يتم توصيل المجس بوحدة الدخل لوحدة الـــ PLC . و أبسط مثال للمجس هو المفتاح الضاغط كما بالشكل



أنواع المداخل لوحدة **PLC**

يوجد نوعين من المداخل لوحدات الـPLC و يتم تعريفها كما يلي:

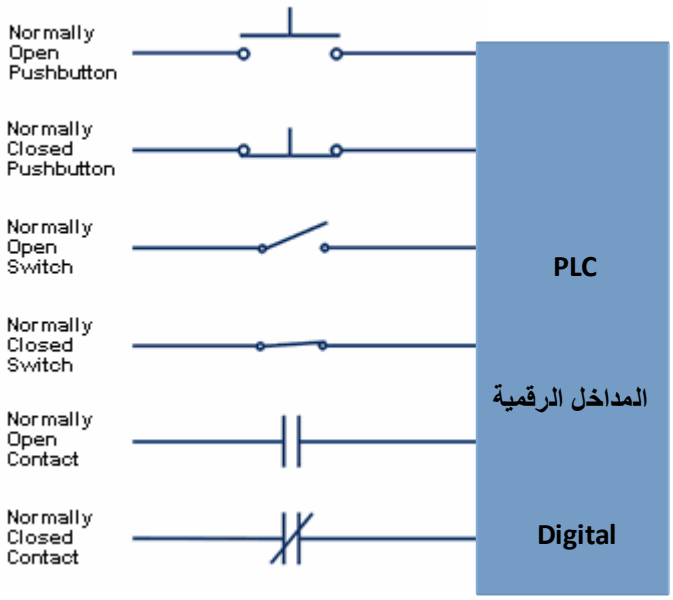
- ☐ مداخل رقمية Digital Inputs
- ☐ مداخل تماثلية Analog Inputs

المداخل الرقمية **Digital Inputs**

تتعامل المداخل الرقمية مع الإشارات الصادرة من المجسات التي تكون إما في الحالة (ON) أو (OFF) مثل :

- ☐ مفاتيح ضغط الزر Pushbuttons Switches
- ☐ المفاتيح الحدية Limit Switches
- ☐ الملامسات المفتوحة Normally Open Contacts
- ☐ الملامسات المغلقة Normally Closed Contacts

يبين الشكل التالي العناصر التي توصل بالمداخل الرقمية لوحدةالـ **PLC**

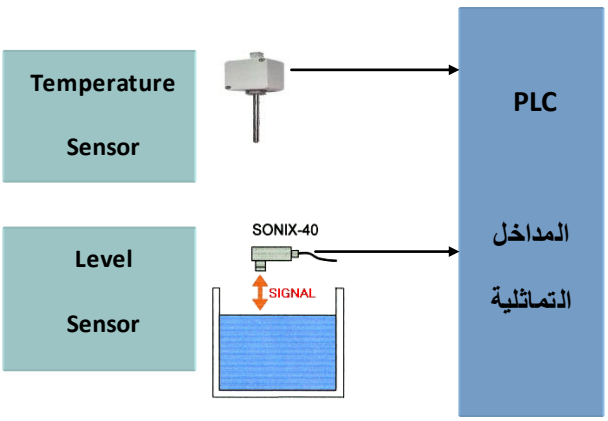


المداخل التماثلية **Analog inputs**

تتعامل المداخل التماثلية مع المجسات التي تتحسس القيم المتغيرة مثل مجسات قياس درجة الحرارة و مستوى السوائل و السرعة و ذلك بعد تحويل الحالة الفيزيائية للقيمة المقاسة إلى إشارة كهربية متغيرة بأحدى الصور التالية :

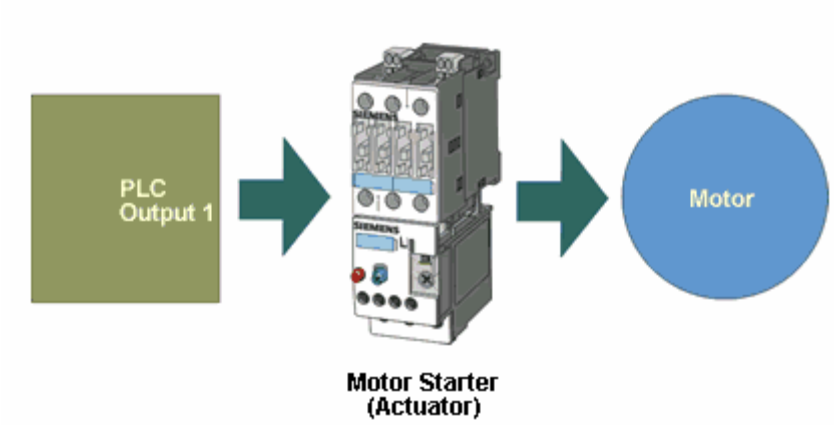
- من 0 إلى 20mA أو من 4 إلى 20mA.
- من 0 إلى 10V.

يبين الشكل التالي العناصر التي توصل بالمداخل لتماثلية لوحدة الـ PLC



المشغلات Actuators

- المشغل عبارة عن أداة تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية الصادرة من وحدةالـ PLC إلى حالة فيزيائية. من أمثلة المشغلات القاطع الكهرومغناطيسي للمحرك الكهربي
- يتم توصيل المشغلات بوحدة الخرج لوحدة الـPLC.



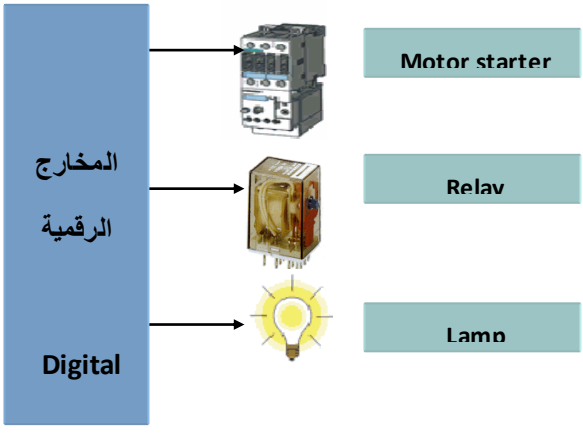
أنواع المخارج لوحدة PLC

يوجد نوعين من المخارج لوحدات الـPLC و يتم تعريفها كما يلي:

- ☐ مخارج رقمية Digital Outputs
- ☐ مخارج تماثلية Analog Outputs

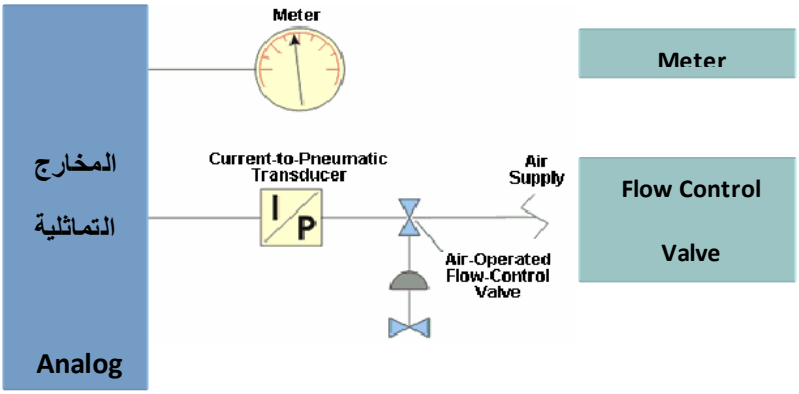
المخارج الرقمية Digital Outputs

- وهي المخارج التي تكون حالة أشارتها إما ON أوOFF
- المصابيح و ملفات المرحلات والقواطع الكهربية هي أمثلة من المشغلات التي توصل بالمخارج الرقمية لوحدة الPLC



المخارج التماثلية **Analog Outputs**

يتم فيها تحويل الإشارة المنطقية المرسلة من وحدة المعالجة المركزية إلى إشارة تماثلية (0-10 V أو 4-20mA أو 0-20mA)
ومن ثمترسل الإشارة التماثلية إلى الأجهزة التي يتم التحكم بها و التي تتعامل مع هذا النوع من الإشارات مثل مقياس السرعة، درجة الحرارة ،الوزن و صمامات التحكم في التدفق الموصلة مع المخارج التماثلية لوحدةPLC و كذلك و حدات التحكم في سرعة المحركات .

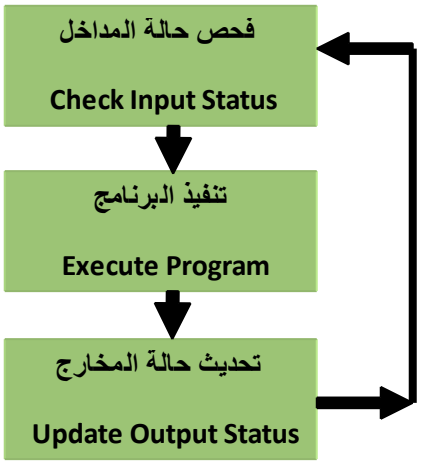


كيفية عمل وحدة الـ PLC **PLC Operation**

تعمل وحدة الـ PLC بإجراء عملية مسح مستمر (Scanning) للبرنامج. يمكن أعتبار ان عملية المسح تتكون من ثلاثة خطوات رئيسية مهمة (حقيقةً توجد أكثر من هذه الخطوات و لكن تعتبر هذه الخطوات هي الأهم) و هي كالتالي :

- الخطوة الأولى: فحص حالة المداخل- حيث تقوم وحدة الـ PLC بفحص حالة كل مدخل و ذلك لتحديد ما إذا كانت في وضعية (ON أو OFF) و كذلك قيم المداخل التماثلية ثم تقوم بتخزين البيانات في الذاكرة لاستعمالها في الخطوة التالية.
- الخطوة الثانية: تنفيذ البرنامج – حيث تقوم وحدة الـ PLC بتنفيذ البرنامج بعد تحديد حالة المداخل و قراءة أوامر البرنامج المترتبة على كل حالة من حالات كل مدخل و من ثم تخزين نتائج التنفيذ لاستخدامها في الخطوة التالية.
- الخطوة الثالثة: تحديث حالة المخارج – حيث تقوم وحدة الـPLC بتحديث حالات المخارج وفقاً لأوامر البرنامج الصادرة في الخطوة الثانية.
- بعد الأنتهاء من الخطوة الثالثة تقوم وحدة الـPLC بالرجوع للخطوة الأولى لتعيد نفس الخطوات بصورة مستمرة.
- يعرف زمن المسح الواحد على أنه الزمن الذي تأخذه وحدة الـPLC لتنفيذ الخطوات الثلاث المذكورة سابقاً

يبين الشكل التالي مخطط للخطوات الرئيسية التي تقوم بها وحدة الـ**PLC**



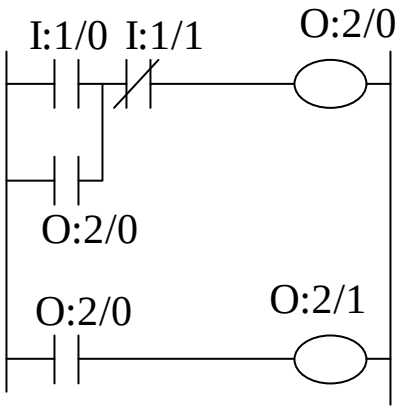
برمجة وحدة الـ PLC PLC Programming

- يتكون البرنامج من مجموعة من التعليمات لإنجاز مهمات محددة، وتوجد عدة طرق مختلفة للبرمجة مثل:
  - السلم المنطقي (Ladder Logic)
  - قوائم الإجراءات (Statement Lists)
  - المخططات الصندوقية الوظيفية (Function Block Diagrams)

السلم المنطقي Ladder Logic

- السلم النمطقي (LAD) هو واحد من لغات البرمجة المستعملة لبرمجة و حدات الـPLC.
- يستخدم السلم المنطقي رموز تشابه الرموز المستخدمة في الرسوم التخطيطية التي تصف المكونات المادية لعناصر التحكم لدائرة ما.
- الرموز الموجودة على الطرف الأيسر من السلم المنطقي تمثل المداخل(Input) والرموز الموجودة على الطرف الأيمن تمثل المخارج (Outputs)

مخطط السلم المنطقي Ladder Logic Diagram



يبين الشكل التالي نموذج لمخطط السلم المنطقي

- ☐ الخط العمودي الأيسر يمثل الخط الحي (+)
- ☐ الخط العمودي الأيمن يمثل الخط المتعادل
- ☐ الرموز التي في كل درجة من درجات السلم تمثل عناصر التحكم
- ☐ مخطط السلم المنطقي يقرأ من اليسار إلى اليمين و من الأعلى إلى الأسفل.
- ☐ ليمر التيار (منطقي) من اليسار إلى اليمين يجب أن تكون الحالة المنطقية للعناصر في المسار بين العمودين (1) أي (حقيقي – True) وبالتالي يتم تفعيل المخارج
- ☐ في حالة وجود الحالة المنطقية (0) اي (False) في المسار فإن التيار (منطق) لن يمر من اليسار إلى اليمين وبذلك فإن المخارج لن تفعل

الرموز المستعملة في مخطط السلم المنطقي **Symbols**

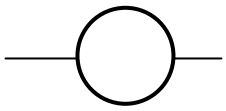
تتكون لغة البرمجة بالسلم المنطقي لوحدة الـ PLC من مجموعة من الرموز تستخدم لتمثل عناصر التحكم و التعليمات ويجب أن نعلم أن هذه الرموز ليست عناصر فيزيائية بل هي عبارة عن برمجيات (software) وهي كالتالي:

- الملامسات (Contacts) و هي من اكثر الرموز المستعملة في البرمجة و تنقسم إلى نوعان
- الملامسات المفتوحة طبيعياً(NO) Normally Open Contacts

تكون الحالة المنطقية لهذا الملامس (حقيقيTrue) (مغلق) عندما تكون حالة البت (BIT) الذي يتحكم في هذا الملامس (1)

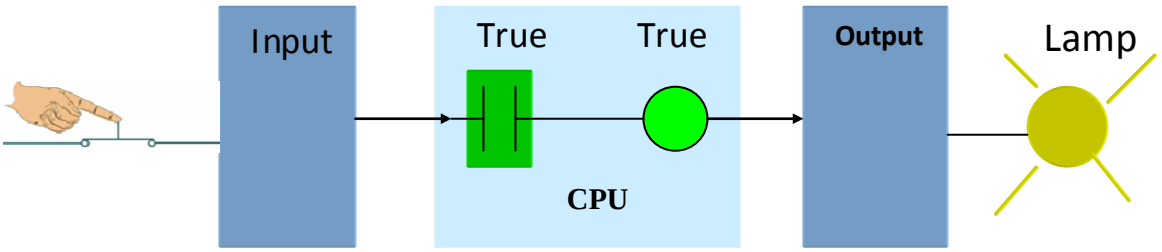
- الملامسات المغلقة طبيعياً(NC) Normally Closed Contacts

تكون الحالة المنطقية لهذا الملامس (حقيقيTrue) (مغلق) عندما تكون حالة البت (BIT) الذي يتحكم في هذا الملامس (0)



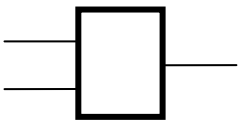
□ الملفات (**Coils**)

الملفات تمثل الحاكمات (Relays) التي يتم تفعيلها (energized) عندما تتدفق الطاقة إليها. عندما يتم تفعيل الملف يؤدي ذلك إلى تشغيل المخرج (output) المتعلق بهذا الملف وذلك بتغيير حالة البت (bit) الذي يتحكم في هذا المخرج إلى المنطق 1. كما أنه يمكن ان يكون لهذا الملف عدد من الملامساتcontacts المفتوحة و المغلقة (NO & NC) و التي ستتغير حالتها عند تفعيل الملف



□ الصناديق (**Boxes**)

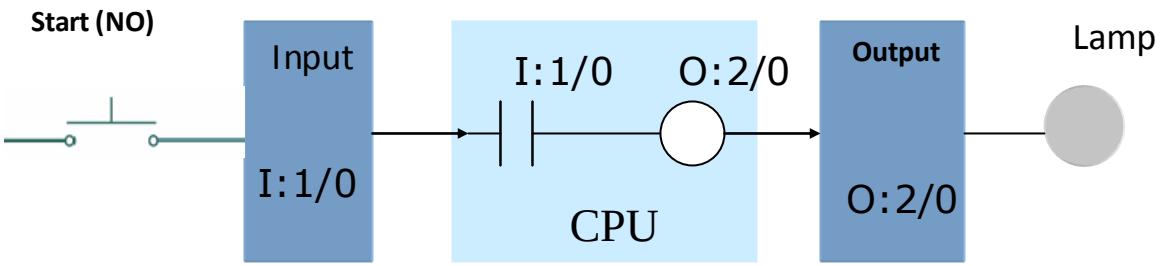
تمثل الصناديق عدة تعليمات أو وظائف و التي يتم تنفيذها عندما تتدفق الطاقة إلى الصندوق . نموذجياً الصناديق تمثل المؤقتات (timers) و العـــدادات (counters) و العمليات الحسابية (math operations)

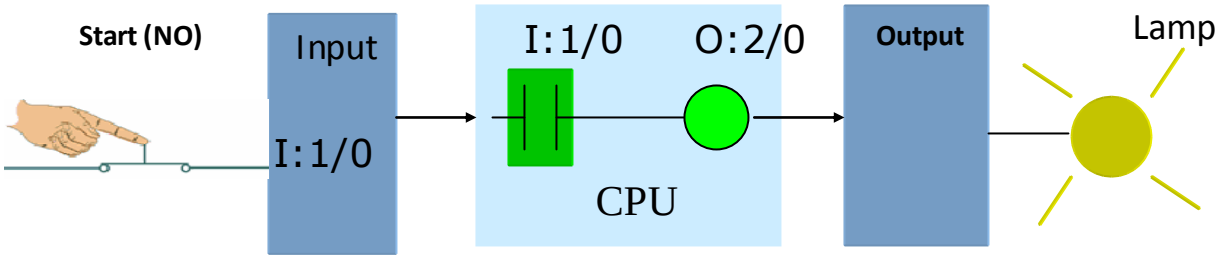


التعليمات أو الأوامر الرئيسية **Basic Instructions**

[Examine if Closed] (XIC)

الأمر (XIC) عبارة عن ملامس مفتوح طبيعياً (normally open contact)
يتم استخدام هذا الملامس عندما تكون إشارة الدخل مطلوب تواجدها لتشغيل هذا الملامس. أي انه عندما يكون العنصر الفيزيائي (مفتاح مثلاً) في وضعية تشغيل فإن الحالة المنطقية لهذا الأمر تكون حقيقي (True)



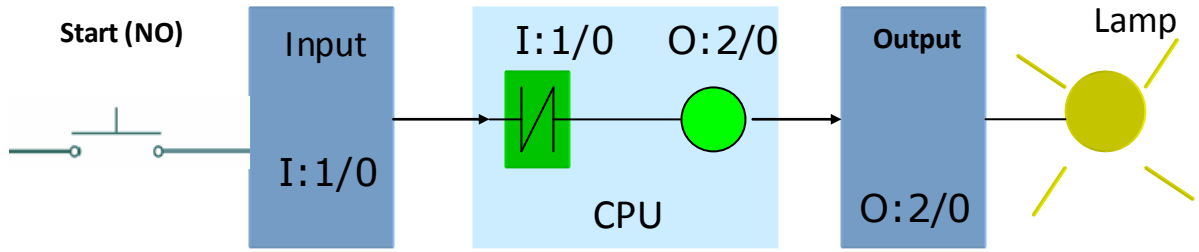


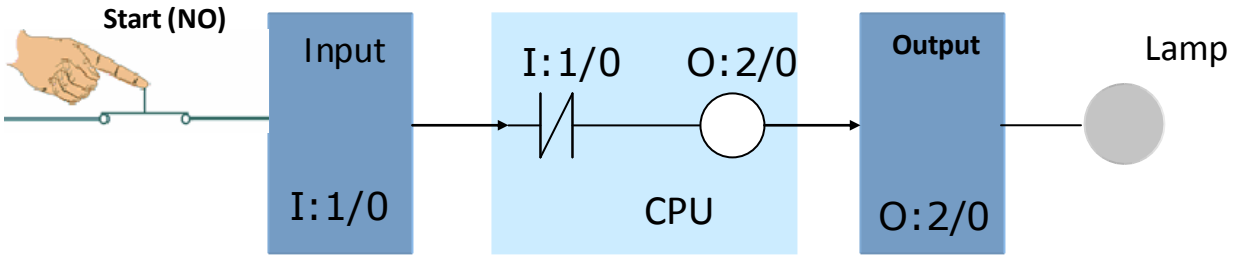
وضعية التشغيل يمكن ان يشار إليها بالحالة المنطقية (1)

Logic	XIC
0	False
1	True

[Examine if Open] (XIO)

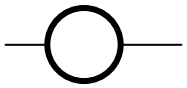
الأمر (XIO) عبارة عن ملامس مغلق طبيعيا (Normally Closed Contact)
و يستخدم هذا الملامس عندما تكون إشارة الدخل غير مطلوب تواجدها لتشغيل هذا الملامس . أي أنه عندما يكون العنصر الفيزيائي في وضعية إيقاف (off) فإن الحالة المنطقية لهذا الأمر تكون حقيقي (True) و العكس صحيح .





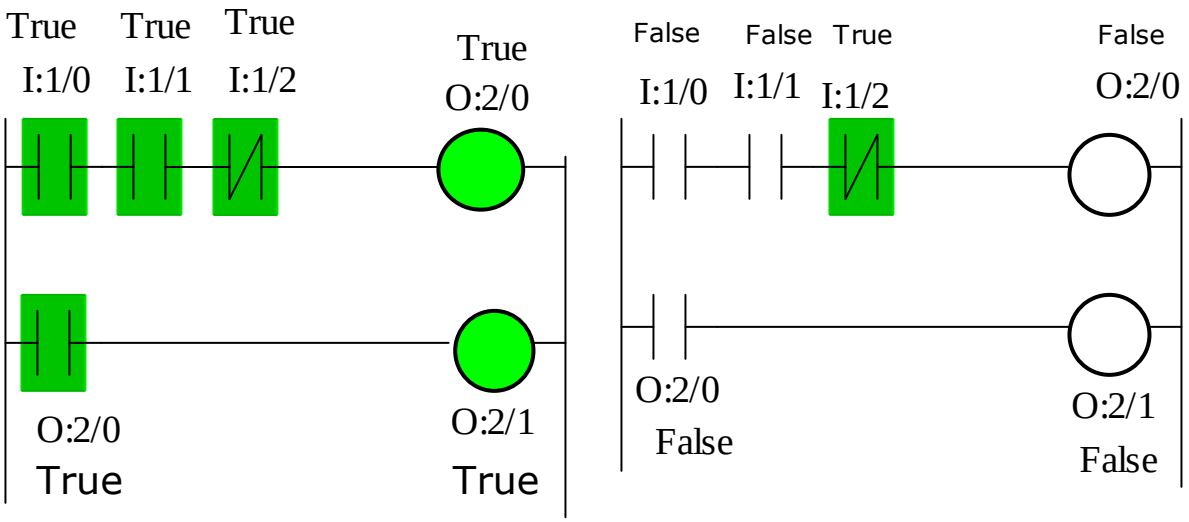
وضعية الإيقاف يمكن ان يشار إليها بالحالة المنطقية (0)

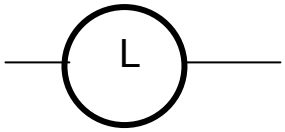
Logic **state**	XIO
0	True
1	False



OTE

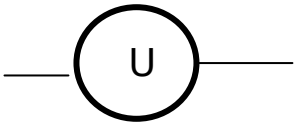
الأمر (OTE) [Output Energize] يشبه ملف الحاكمة (Relay) و يسمى بأمرتفعيل الخرج . يتم تفعيل الأمر (OTE) عندما تكون الحالة المنطقية للعناصر التي تسبقه في درجة السلم المنطقي (المداخل) حقيقي (True)
يمكن أستخدام هذا الأمر لتفعيل الملفات الداخلية و العناصر الخارجية.





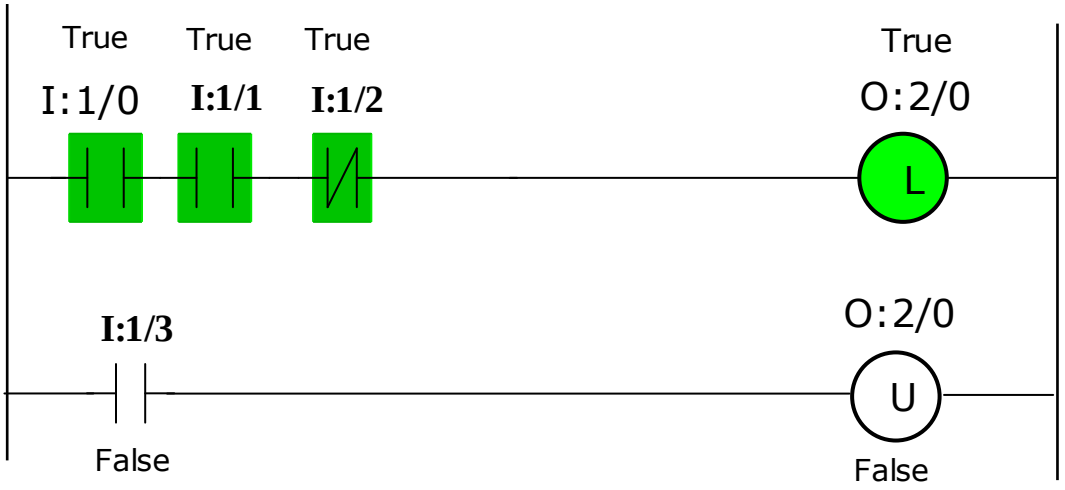
OTL

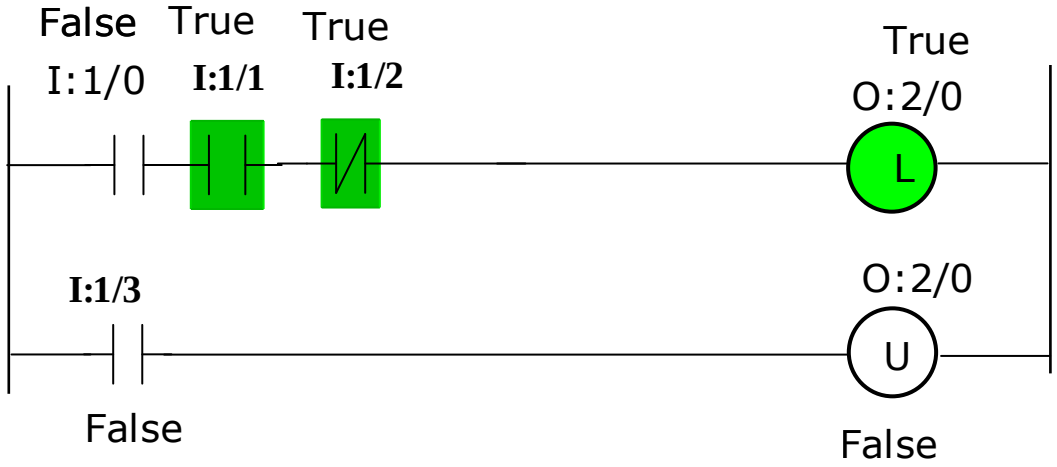
الأمر (OTL) [Output Latch] يشبه ملف الحاكمة (Relay) حيث يتم تفعيله عندما تكون الحالة المنطقية للعناصر التي تسبقه في درجة السلم المنطقي (المداخل) : حقيقي (True) إلا أنه بمجرد تفعيله فإنه يحتفظ بوضعه و يستمر مفعلا حتى لو تغيرت الحالة المنطقيةللعناصر التي تسبقه إلى : (False)

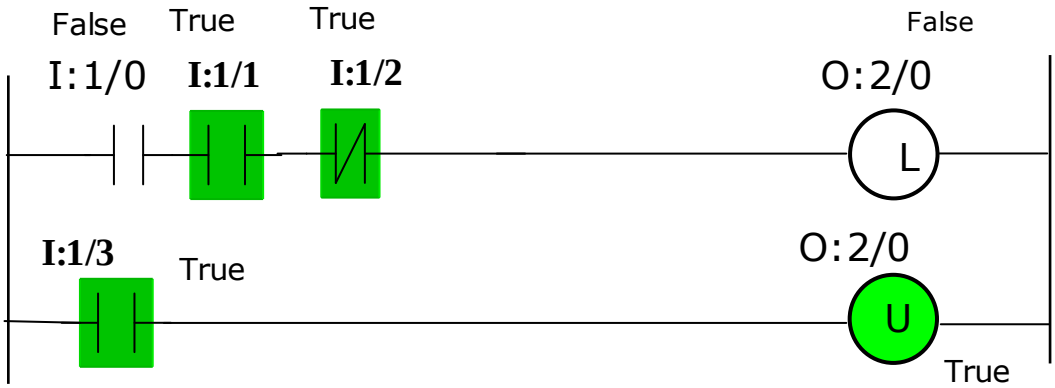


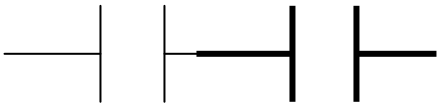
OTU

الأمر (OTU) [Output Unlatch] عند تفعيله هذا الأمر بجعل الحالة المنطقية للعناصر التي تسبقه بحقيقي (True) فإنه يقوم بفصل الملفOTL و الذي تم تفعيله بالأمر السابق


True
True
True
I:1/0
I:1/1
I:1/2
True
O:2/0
L
I:1/3
O:2/0
U
False
False

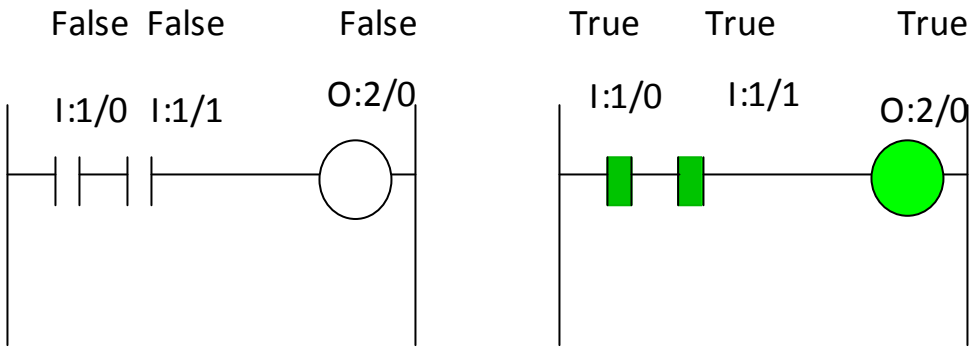

False
True
True
I:1/0
I:1/1
I:1/2
True
O:2/0
L
I:1/3
O:2/0
U
False
False


False
True
True
I:1/0
I:1/1
I:1/2
False
O:2/0
L
I:1/3
True
O:2/0
U
True

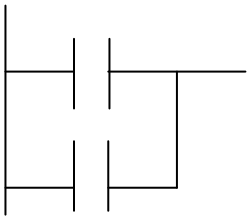


العملية **AND**

□ العملية (AND) هي عبارة عن ملامس موصل على التوالي مع ملامس أو أكثر يسبقه على درجة السلم المنطقي. يجب أن تكون الحالة المنطقية لكل الملامسات (حقيقي – True) ليتم تفعيل الخرج



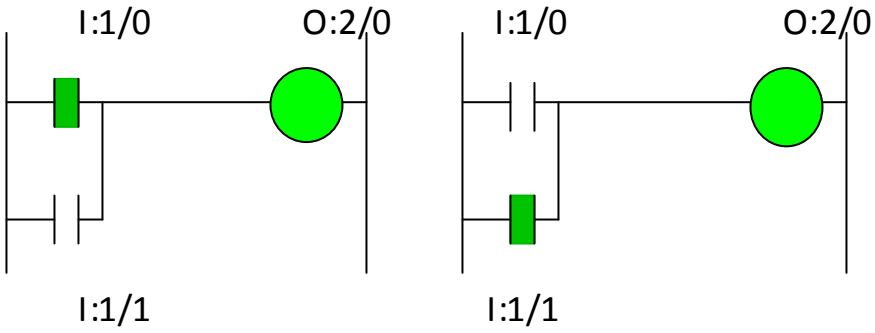
I:1/0	I:1/1	Q:2/0
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



العملية **OR**

العملية (OR) هي عبارة عن ملامس موصل على التوازي مع ملامس اخر أو أكثر على درجة السلم المنطقي. في المثال التالي إذا كانت حالة كلاً من المدخلين (I:1/0 و I:1/1) أو احدهما حقيقي (True) فإن حالة المخرج (O:2/0) ستكون حقيقي (True)

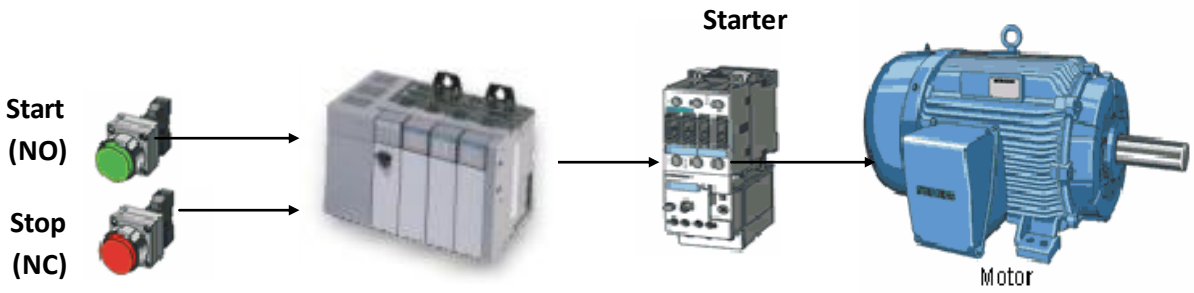
I:1/0	I:1/1	Q:2/0
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



تدريبـــــات

تدريب 1 :

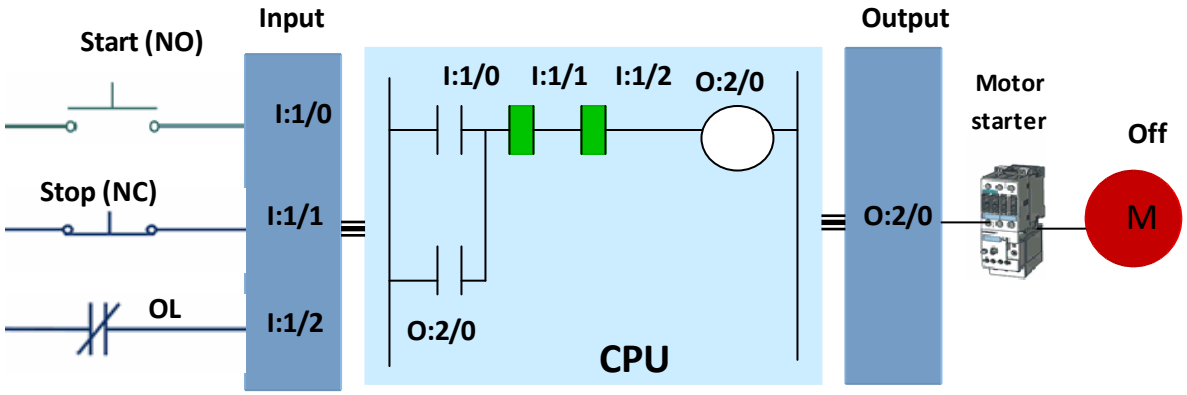
تشغيل و إيقاف محرك بإستخدام مفتاح ضغط زر (pushbutton) مفتوح طبيعياً NO و مفتاح ضغط زر (pushbutton) مغلق طبيعياً NC



- يتم توصيل (NO start pushbutton) إلى المدخل I:1/0
- ويوصل (NC Stop pushbutton) إلى المدخل I:1/1
- ويوصل ملامس عنصر الحماية من الحمل الزائد المغلق طبيعياً (NC overload relay contact) و الذي هو جزء من motor starter إلى المدخل I:1/2

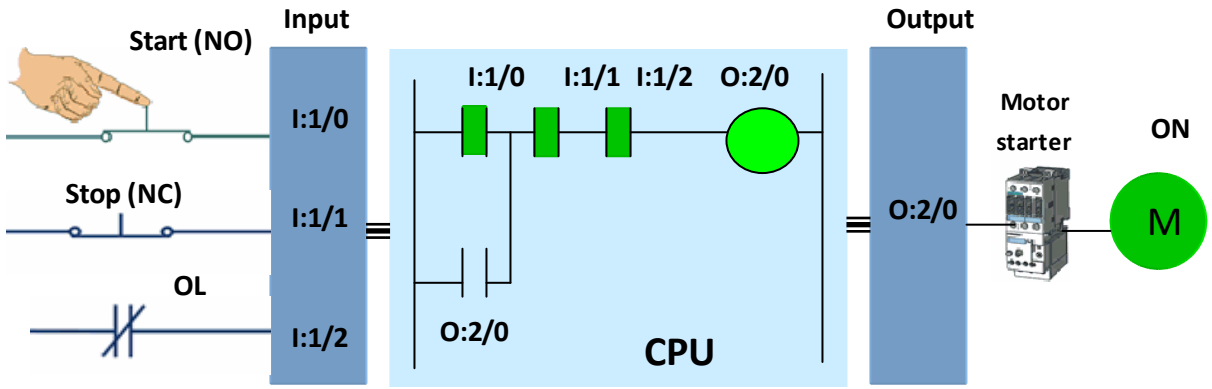
كل من المداخل (I:1/2-I:1/1- I:1/0) تشكل دائرة AND و تستخدم للتحكم في المخرج O:2/0 في الدرجة الأولى من السلم المنطقي. الحالة المنطقية لبت (Bit) المدخل I:1/1 هي منطق 1 (Logic 1) لأن المفتاح NC-Stop pushbutton مغلق ، والحالة المنطقية لبت المدخلI:1/2هي منطق1 Logic 1 لأن ملامسات عنصر الوقاية من الحمل الزائد المغلقة طبيعياً في وضعية مغلق.

المخرج O:2/0 يتم برمجته على نفس درجة السلم المنطقي حيث يتم عن طريق البرمجة إضافة ملامس مفتوح طبيعياً (NO-Contact) مرتبط بالمخرج O:2/0 وذلك لتكوين دائرة OR يتم توصيل الـ Motor Starter بالمخرج O:2/0 في وحدة الخرج (Output module)

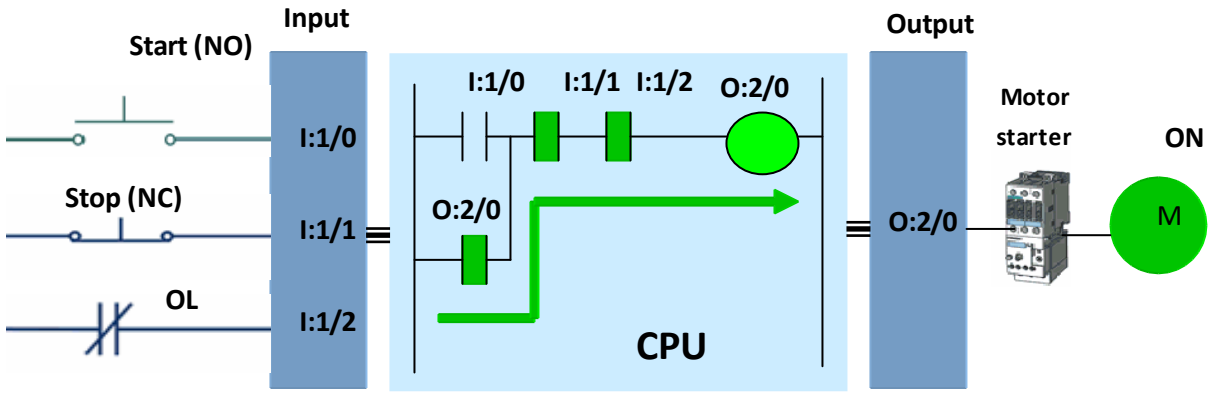


عندما يتم الضغط على زر Start pushbutton تستقبل وحدة الـCPU الأشارة المنطقية 1 Logic من المدخل I:1/0 في وحدة الدخل وهذا يسبب للملامس I:1/0 على السلم المنطقي ان يغلق.

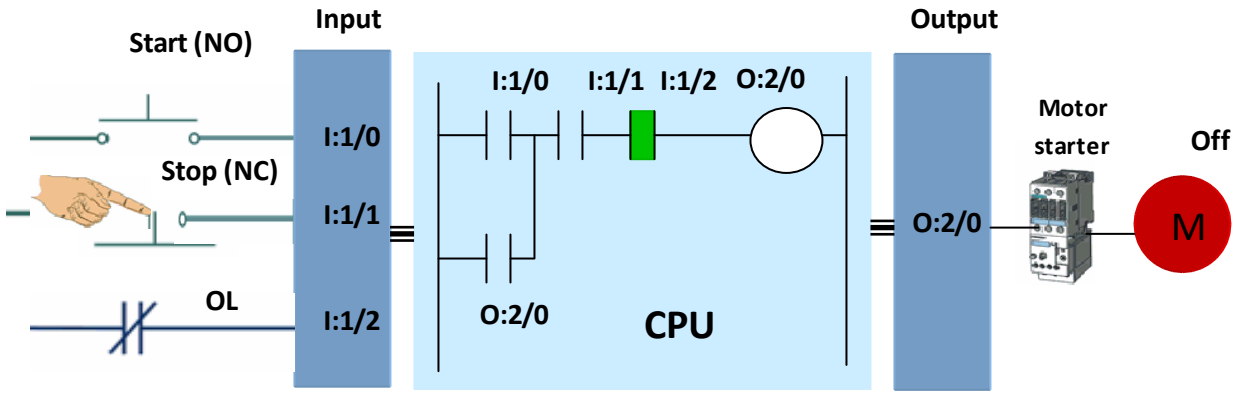
في هذه الحالة أصبحت جميع الملامسات على درجة السلم المنطقية لها الحالة المنطقية 1 Logic وبالتالي تكون الحالة المنطقية للمخرج O:2/0 على السلم المنطقي1 Logic وبذلك تقوم وحدة الـ CPU بأرسال الحالة 1 Logic إلى المخرج O:2/0 في وحدة الخرج حيث تقوم بتفعيلMotor Starter و بالتالي يشتغل المحرك.



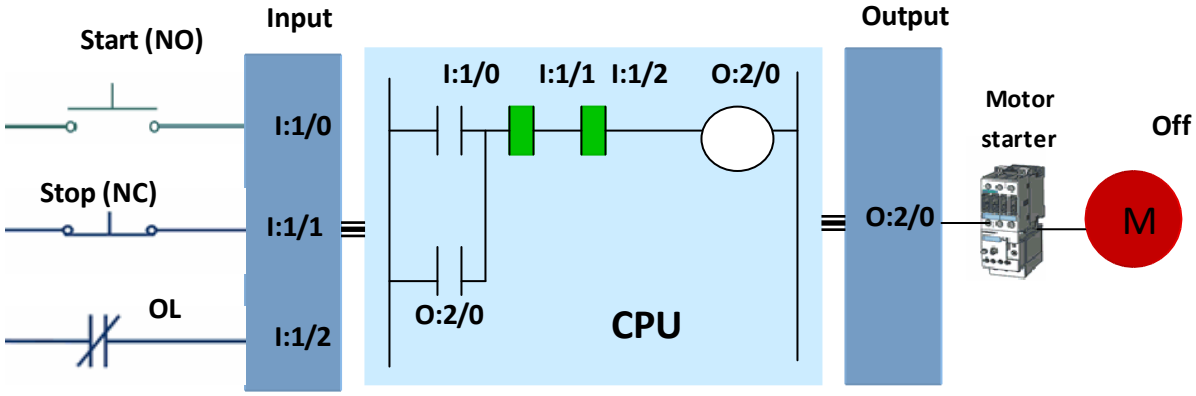
اثناء عملية المسح التالية (Next Scan) فإن الملامس O:2/0 (Input O:2/0) المرتبط بالمخرج O:2/0 سوف يغلق و بالتالي فإن المخرج O:2/0سيستمر في وضعية تشغيل حتى بعد تحرير مفتاح Start pushbuttonلأنه لايزال هناك مسار من الحالة المنطقية Logic 1 بين طرفي السلم المنطقي.

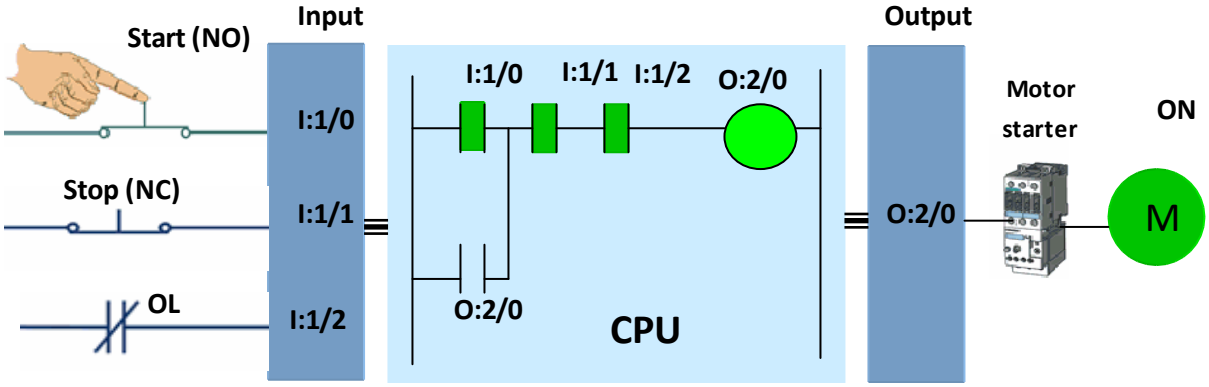


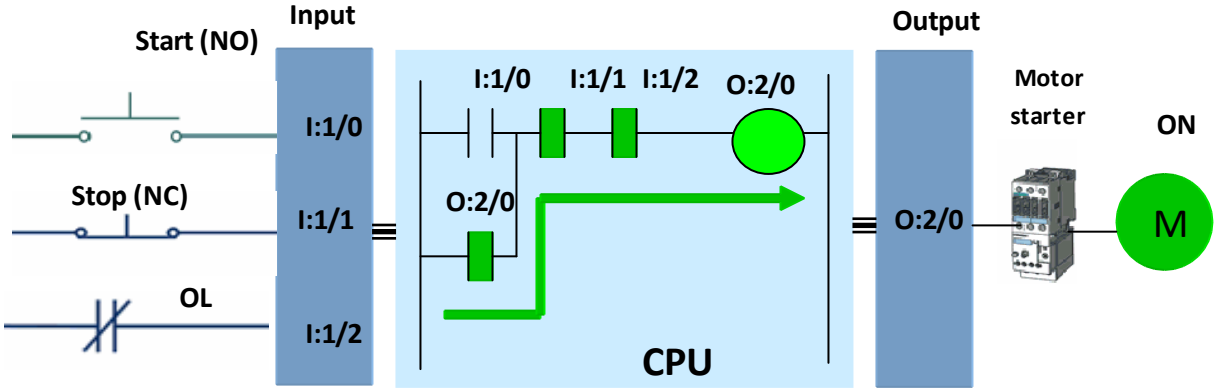
سيستمر المحرك في حالة تشغيل حتى يتم الضغط على مفتاح Stop pushbutton و في هذه الحالة فإن الحالة المنطقية للمدخل I:1/1 ستتحول إلى الحالة Logic 0 (False) الأمر الذي سيقطع مسار الحالة المنطقية 1 Logic بين طرفي السلم المنطقي فتصبح الحالة المنطقية للمخرج O:2/0 في السلم المنطقي Logic 0 وترسل وحدة الـCPU الأشارة المنطقية Logic 0 للمخرج O:2/0 في وحدة الخرج عندها ستوقف المحرك عن العمل

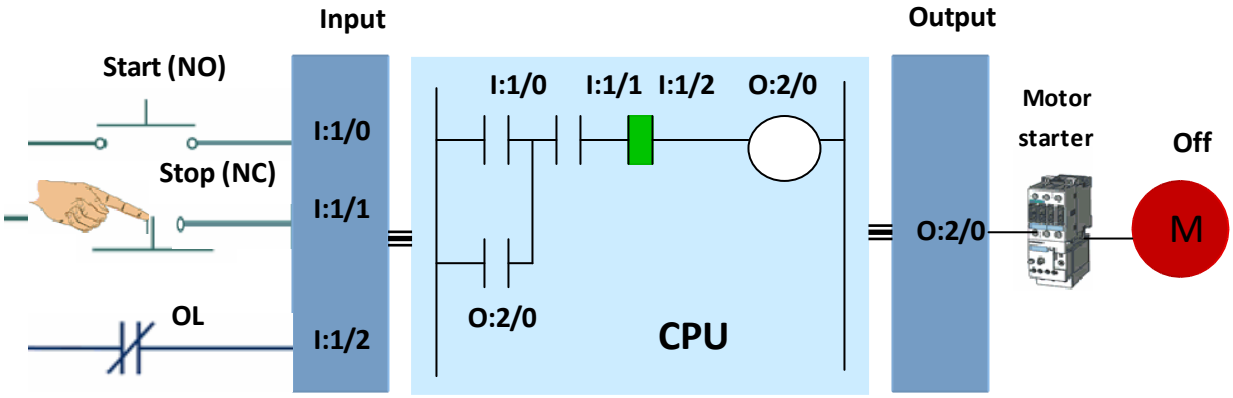


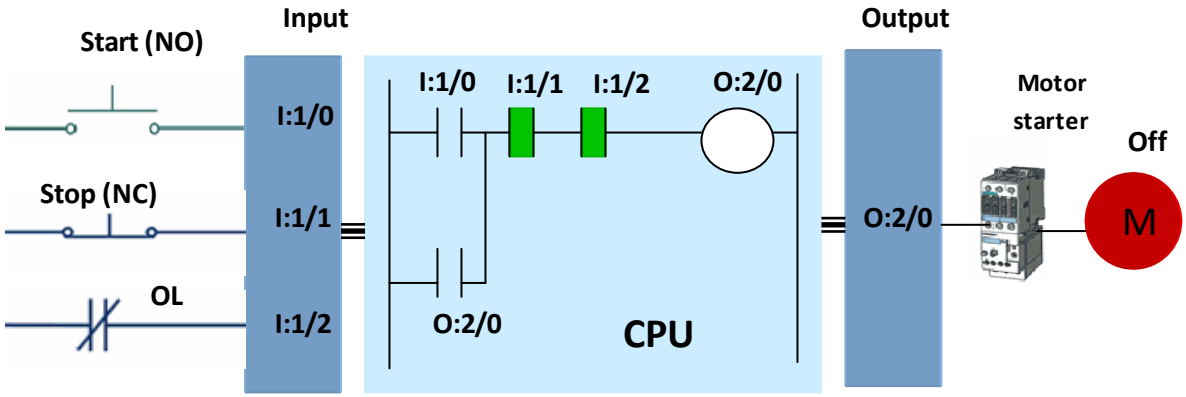
عندما يتم تحرير مفتاح NC Stop pushbutton ستصبح الحالة المنطقية للمدخل I:1/1 حقيقي True و سيبقى البرنامج جاهز حتى يتم ضغط مفتاحNO Start pushbutton مرة اخرى.





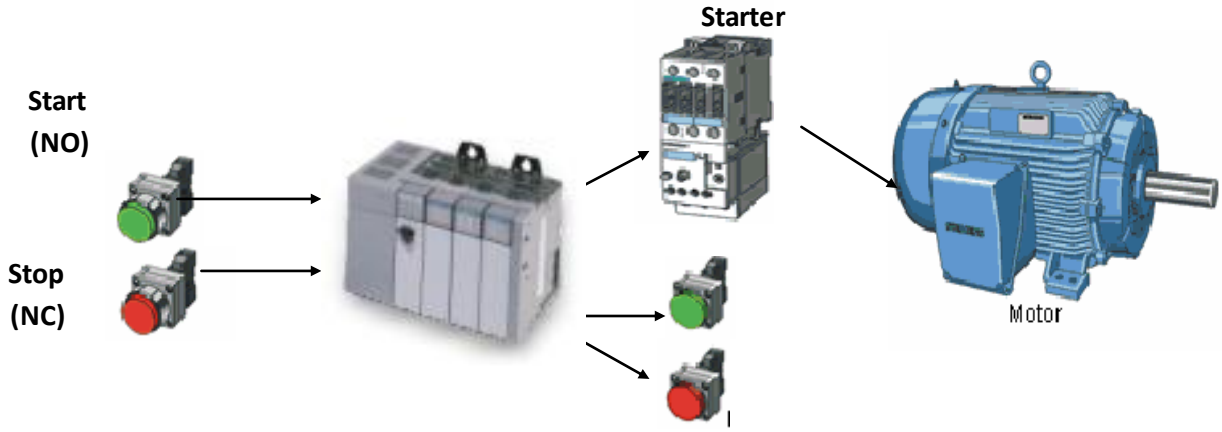



Input
Output
Start (NO)
Stop (NC)
OL
I:1/0
I:1/1
I:1/2
I:1/0
I:1/1
I:1/2
O:2/0
O:2/0
CPU
O:2/0
Motor
starter
Off
M


Input
Output
Start (NO)
Stop (NC)
OL
I:1/0
I:1/1
I:1/2
I:1/0
I:1/1
I:1/2
O:2/0
O:2/0
CPU
O:2/0
Motor
starter
Off
M

التدريب الثاني :

في هذا التدريب سيتم إضافة مصابيح بيان (Indicator Lights) لتبيين حالتي التشغيل و الأيقاف للمحرك. في هذا المثال سيتم توصيل مصباح بيان التشغيل بالمخرج O:2/1 و مصباح بيان الأيقاف سيوصل بالمخرج O:2/2

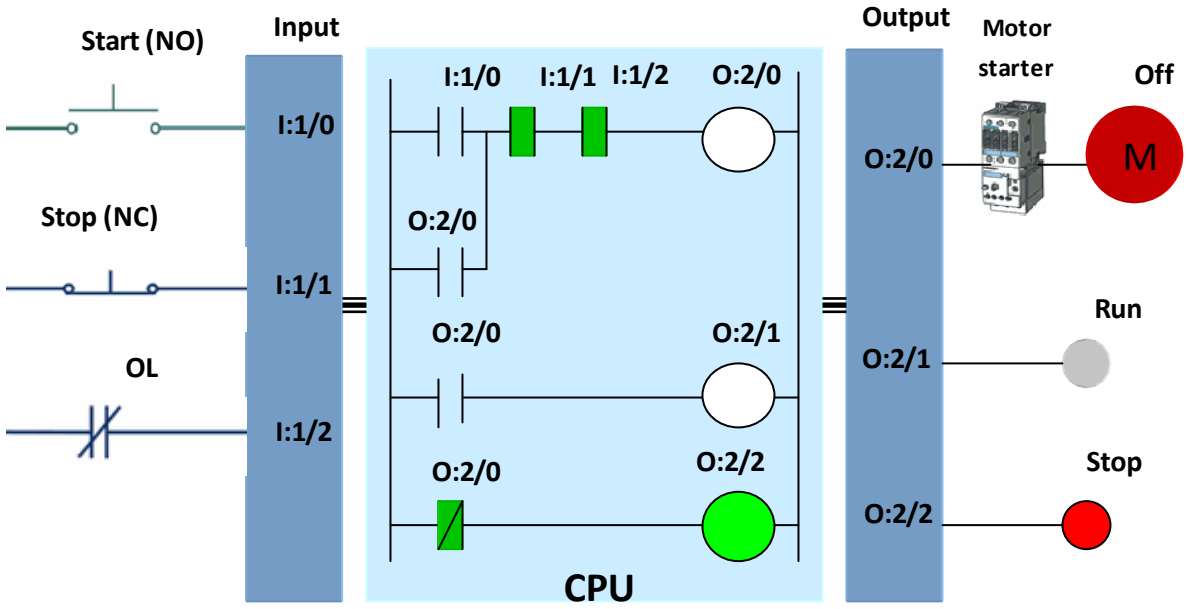


يمكن من خلال السلم المنطقي ملاحظة ان الملامس المفتوح طبيعياً (Input O:2/0) المرتبط بالمخرج O:2/0 موصل في الدرجة الثانية من السلم المنطقي إلى المخرج O:2/1

و الملامس المغلق طبيعياً المرتبط بالمخرج O:2/0 موصل في الدرجة الثالثة من السلم المنطقي إلى المخرج O:2/2

في حالة الإيقاف المخرج O:2/0 يكون في حالة Off الملامس المفتوح طبيعياً (Input O:2/0) في الدرجة الثانية من السلم المنطقي يكون مفتوح و بذلك فإن مصباح بيان التشغيل الموصل إلى المخرج O:2/1 يكون في حالة Off.

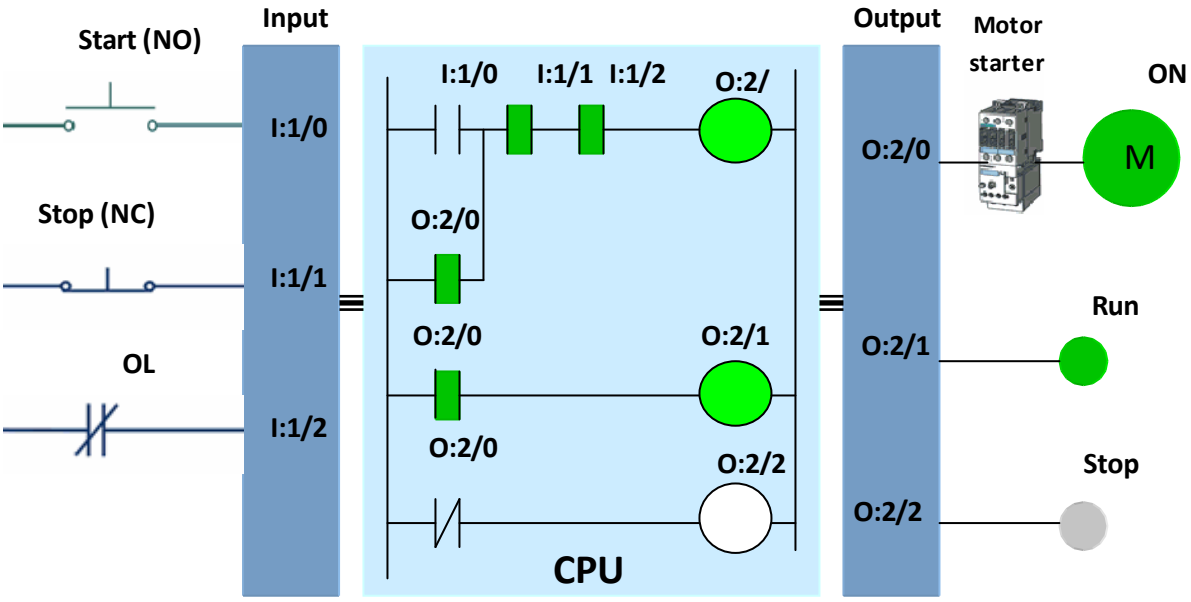
الملامس المغلق طبيعياً (Input O:2/0) في درجة السلم المنطقي الثالثة يكون مغلق و بالتالي فإن مصباح بيان الإيقاف الموصل بالمخرج O:2/2 يكون في حالة ON.



عند الضغط على زر Start pushbutton لحظياً تكون حالة المخرج O:2/0 المنطقية Logic 1 حيث يتم تشغيل المحرك.

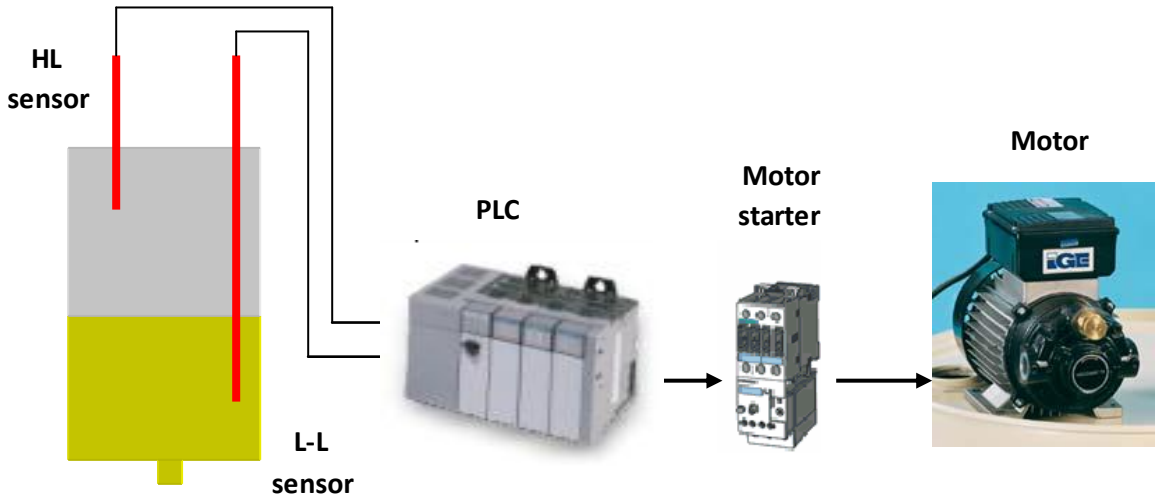
الملامس المفتوح طبيعياً O:2/0 في الدرجة الثانية من السلم المنطقي يتحول إلى الحالة المنطقية 1 Logic (Closed) وبالتالي فإن المخرج O:2/1 يقوم بإنارة مصباح بيان التشغيل.

الملامس المغلق طبيعياً O:2/0 في الدرجة الثالثة من السلم المنطقي يتحول إلى الحالة المنطقية 0 Logic (Open) وبالتالي فإن مصباح بيان الإيقاف الموصل بالمخرج O:2/2 سينطفئ.



التدريب الثالث :

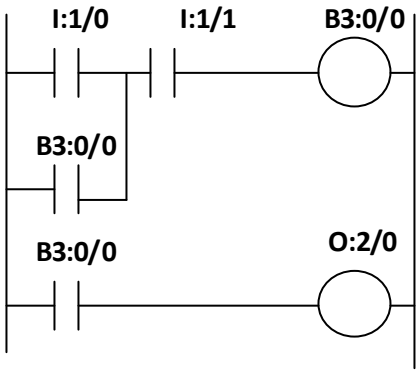
خزان يحتوي على زيت تزليق . يتم تعبئة هذا الخزان بواسطة مضخة . يتم التحكم في مستوى الزيت داخل الخزان بواسطة عدد2 مجسات كما هو مبين في الشكل التالي



المطلوب هو تشغيل المضخة لتعبئة الخزان حتى يصل مستوى الزيت إلى مجس المستوى العالي(H-L) حيث يتحول إلى الوضعية (ON). عند هذه النقطة يكون المطلوب هو إيقاف المضخة حتى ينزل مستوى الزيت تحت مجس المستوى المنخفض (L-L) حيث يطلب عند هذا المستوى تشغيل المضخة وهكذا تستمر العملية.

في هذا التدريب سنحتاج إلى عدد 2 مداخل(input) وهي المجسات (sensors) وعدد 1 مخرج Output (المضخة) كلاً المداخلين سيكونان مجسات مستوى من النوع المقفل طبيعياً (Normally Closed Level Sensor) NC عندما لا يكونان مغمورين في السائل سيكونان في وضعية تشغيل ON و عندما يغمران بالسائل يكونان في وضعية إيقاف OFF بدايةً سنعطي لكل عناصر الدخل و الخرج عنوان. هذا سيمكن وحدة الـ PLC من معرفة اين تم توصيل هذه العناصر فيزيائياً العناوين موضحة في الجدول التالي:

Inputs	Address	Output	Address	Internal Utility Relay
Low	I:1/0	Motor	O:2/0	B3:0/0
High	I:1/1			

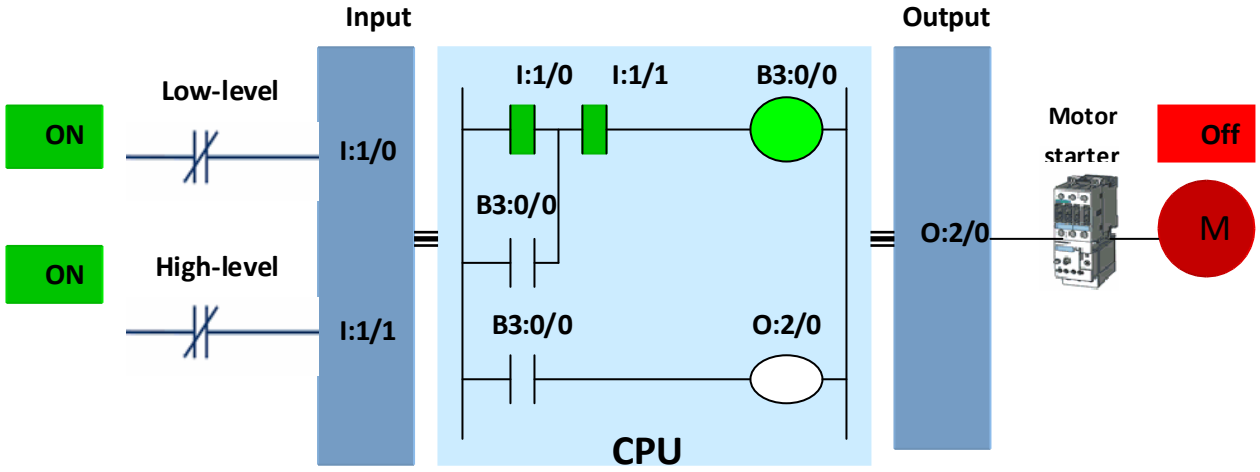


الشكل السابق يبين مخطط السلم المنطقي للعملية المطلوب التحكم فيها

طريقة عمل البرنامج (عملية المسح) The Program Scan

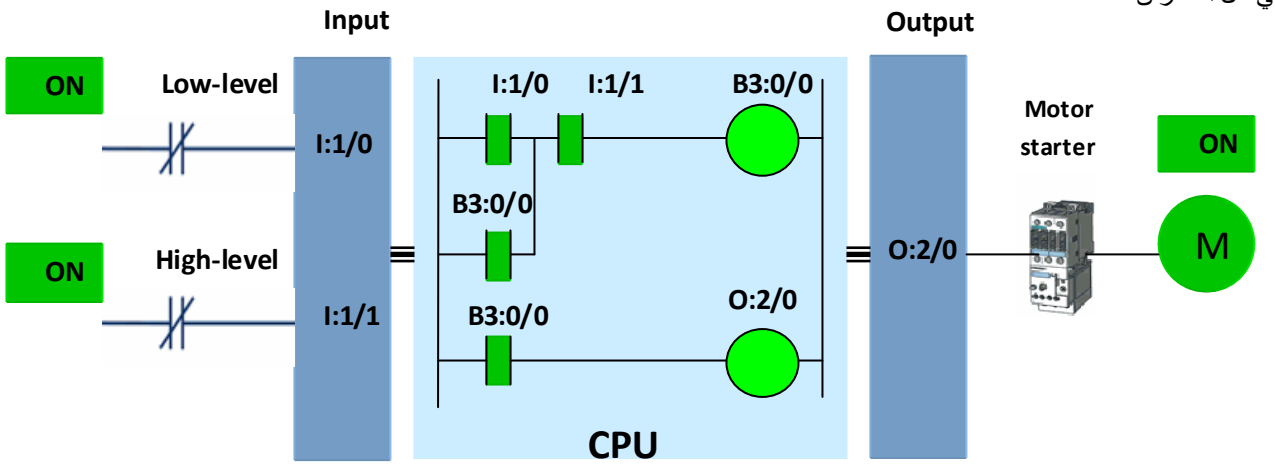
1- عملية المسح الأولى Scan 1

عندما يكون الخزان فارغ في هذه الحالة سيكون المجسين في وضعية تشغيل (ON) و بالتالي ستكون الحالة المنطقية للمدخل(Input-I:1/0) حقيقي (True) و كذلك حالةالمدخل (Input-I:1/1) ستكون حقيقي True وتبعاً لذلك ستكون حالة المخرج B3:0/0 حقيقي True

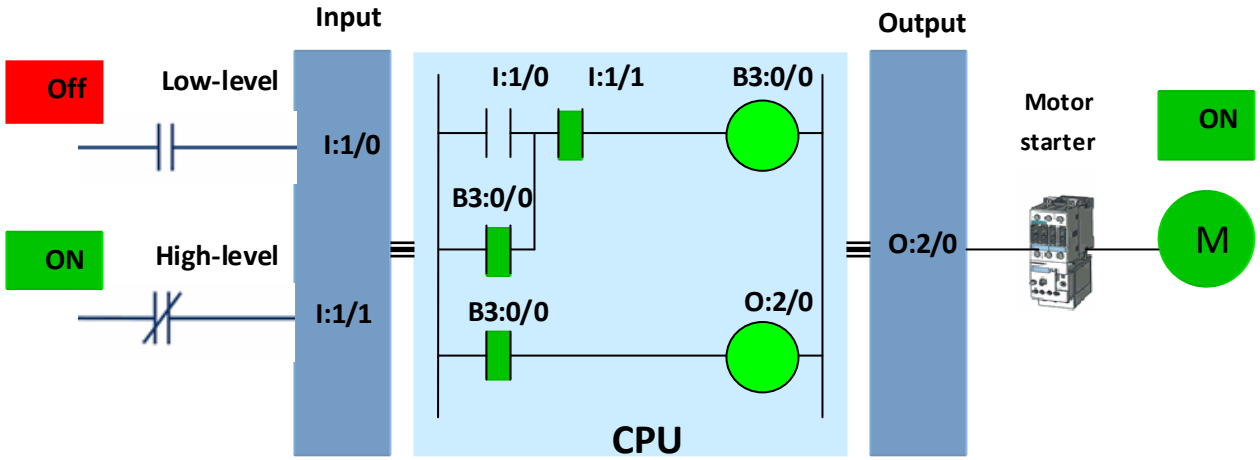


2- عملية المسح الثانية Scan 2

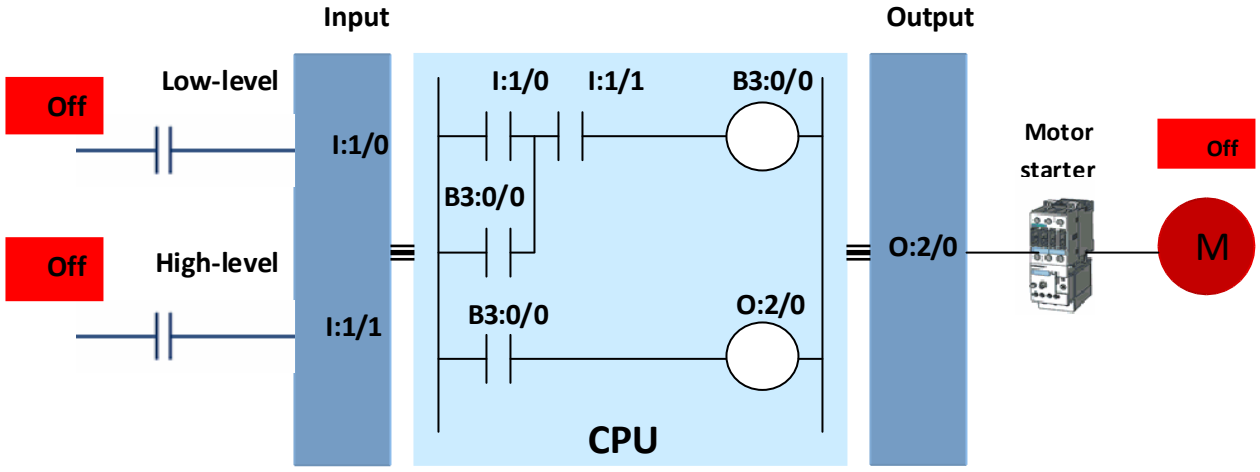
يتم تفعيل المدخلB3:0/0 في كل من درجتي السلم المنطقي و بالتالي يتم تفعيل المخرجO:2/0 وبالتالي يتم تشغيل المحرك لتبدأ المضخة في ملء الخزان



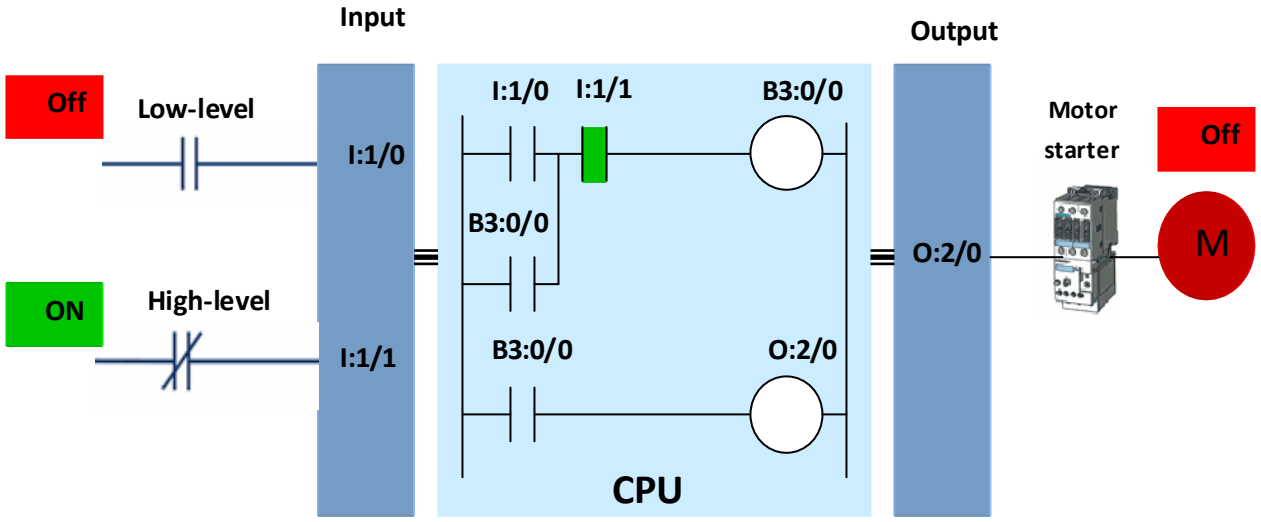
تتكرر عملية المسح عدة مرات مع بقاء الحالة المنطقية للمداخل و المخارج على نفس الحالة حتى يغمر السائل مجس المستوى المنخفض-L L حيث يتغير إلى وضعية الأيقاف Off و بالتالي تتغير حالة المدخل I:1/0 إلى الحالة False إلا أنه بسبب وجود مسار من الحالة المنطقية حقيقي True بين عمودي السلم المنطقي فإنه يستمر تفعيل المخارج و تستمر المضخة في ملء الخزان



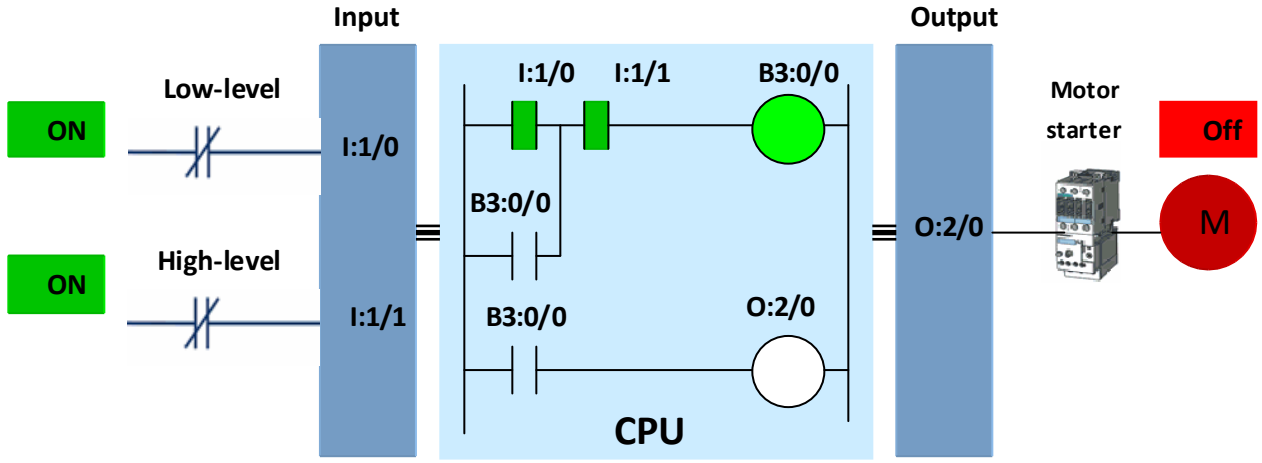
و تتكرر عملية المسح عدة مرات و تستمر المضخة في ملء الخزان حتى يغمر السائل مجس المستوى المرتفع H-L عندها سيتغير إلى وضعية التوقف Off و بالتالي تتغير الحالة المنطقية للمدخل I:1/1 إلى الحالة False و بالتالي سوف لن يكون هناك مسار من الحالة المنطقية حقيقي True بين طرفي السلم المنطقي فتتحول الحالة المنطقية للمخارج إلى الحالة False و حيث أن الحالة المنطقية للمخرج O:2/0 اصبحت False فإنه تبعا لذلك يتوقف المحرك و تتوقف المضخة عن ضخ السائل إلى الخزان

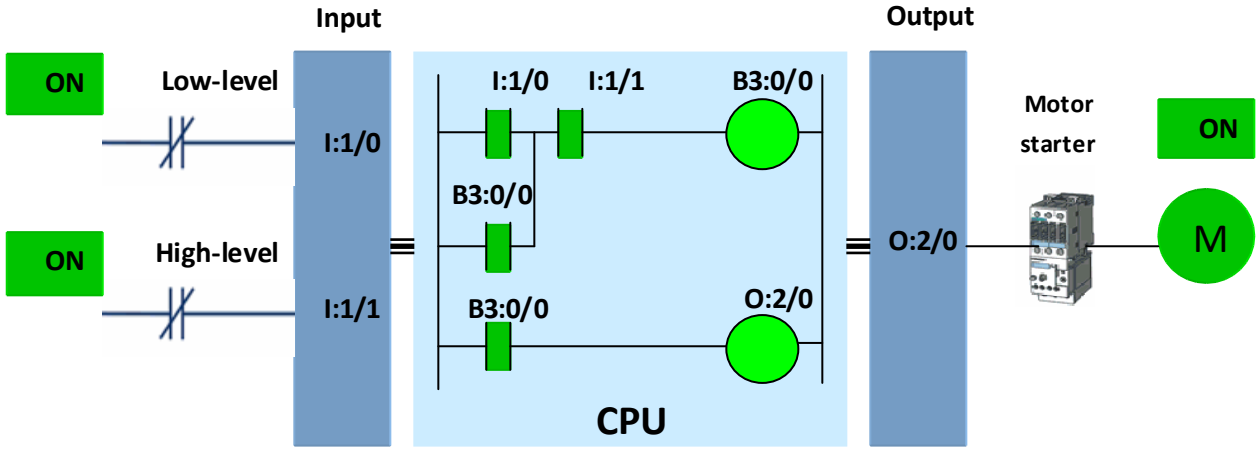


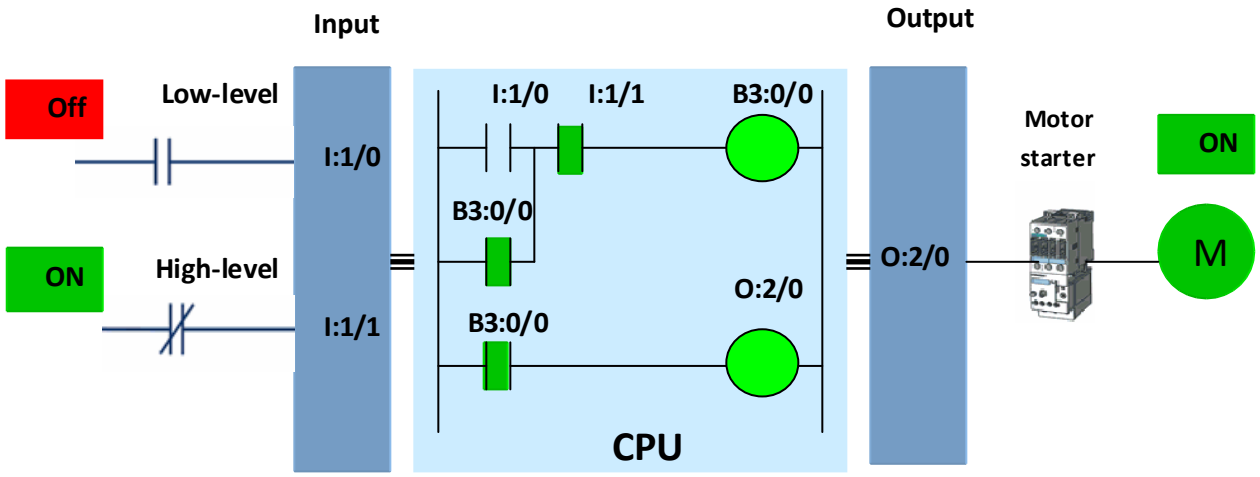
تتكرر عملية المسح عدة مرات و يستمر سحب السائل من الخزان عن طريق فتحة التصريف حتى ينزل مستوى السائل تحت مجس المستوى العالي عندها يتحول إلى وضعية التشغيل ON و بالتالي تتغير الحالة المنطقية للمدخل I:1/1 إلى حقيقي True و بالرغم من هذا فإن المحرك لا يشتغل لأنه لايوجد مسار مكتمل من الحالة المنطقية True بين طرفي السلم المنطقي

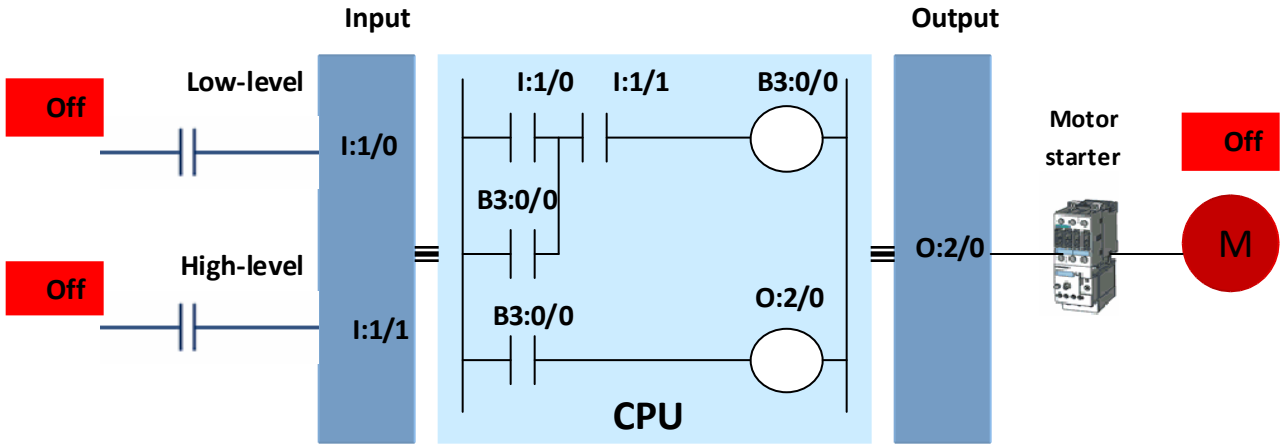


يستمر مستوى السائل في الانخفاض مع بقاء المضخة متوقفة حتى ينزل مستوى السائل تحت مجس المستوى المنخفضL-عندها يتحول إلى وضعية التشغيلON وبالتالي تتحول الحالة المنطقية للمدخلI:1/0 إلى الحالة True وبالتالي فإنه سيوجد مسار من الحالة المنطقيةTrue بين طرفي السلم المنطقي الأمر الذي يؤدي إلى تفعيل المخارج كما سبق و بالتالي يشتغل المحرك و تبدأ المضخة في ملء الخزان و هكذا تتكرر نفس الخطوات السابقة.





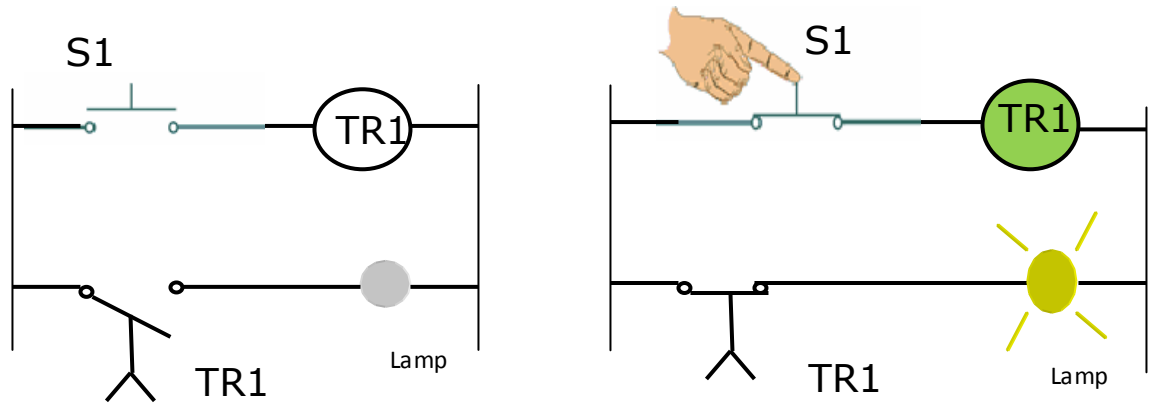

Input
Output
Off
Low-level
I:1/0
ON
High-level
I:1/1
I:1/0
I:1/1
B3:0/0
B3:0/0
O:2/0
B3:0/0
CPU
O:2/0
Motor
starter
ON
M


Input
Output
Off
Low-level
I:1/0
Off
High-level
I:1/1
I:1/0
I:1/1
B3:0/0
B3:0/0
O:2/0
B3:0/0
CPU
O:2/0
Motor
starter
Off
M

المؤقتات و العدادات

1- المؤقتات (Timers)

تعتبر المؤقتات (Timers) من أهم المكونات الموجودة في الكثير من الدوائر الكهربية و مهمتها التحكم في زمن تشغيل الوحدات المستخدمة في هذه الدوائر ممثل التحكم في زمن الإنارة أو زمن تشغل محرك و سخان أو غير ذلك. و فيما يلي رسم يوضح كيفية عمل المؤقت في الدوائر الكهربية :



يغلق بعد 10 ثواني

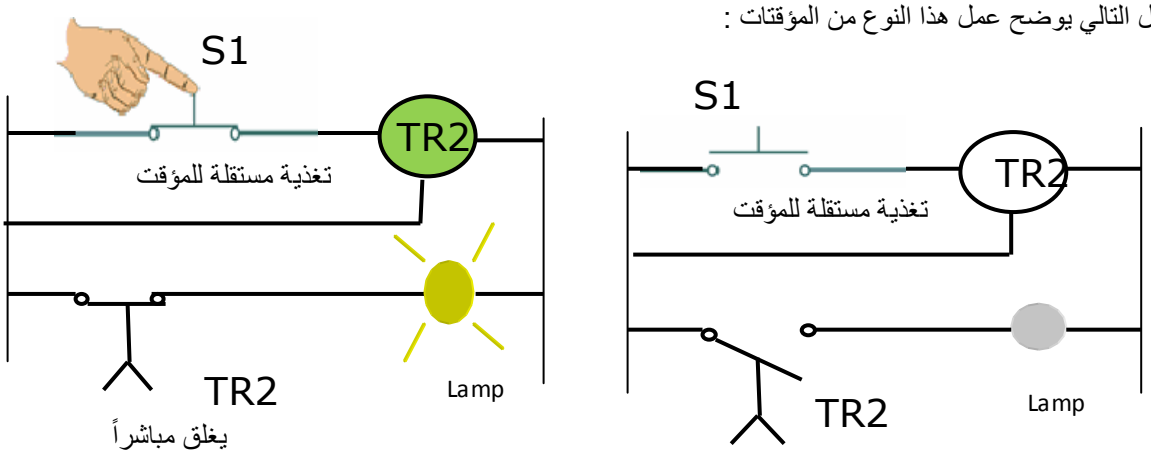
عند الضغط على المفتاح S1 فإن المؤقت TR1 يبدأ في إحتساب الزمن (و إذا انقطعت الإشارة ثم عادت في أثناء ذلك فإنه يبدأ العد من البداية مرة أخرى) فإذا وصل المؤقت لقيمة الزمن المضبوط عليها (و ليكن10 ثواني مثلاً) فإنه يتم تفعيله و بالتالي فإنه يغلق نقطة التلامس (المفتوحة طبيعياً NO) الموجودة في السطر الثاني من الدائرة و التي تحمل نفس أسم المؤقت و بالتالي يضيء المصباح المتصل بها (و الذي يمثل الخرج في الدائرة) .

وهذا النوع من المؤقتات يسمى مؤقت التوصيل المتأخر (**ON Delay Timer**) وذلك لأنه يتأخر توصيله للخرج عن وصول الإشارة إليه بقيمة الزمن المضبوط عليه . وهذا النوع هو الأكثر شيوعاً في الدوائر الكهربية للماكينات نظراً لبساطته حيث يعتمد في التغذية الكهربية له على نفس إشارة الدخل (مثل المرحلات Relays) و لا يحتاج تغذية مستقلة مثل النوع التالي .

وهناك نوع آخر من المؤقتات يسمى مؤقت الفصل المتأخر (**OFF Delay Timer**)

و هو يفعل بمجرد وصول الإشارة إليه (يعطي الخرج مباشراً بدون أي تأخير) و يبقى كذلك طالما ظلت الإشارة موجودة عليه فإذا انقطعت الإشارة فإنه يقوم باحتساب الزمن المضبوط عليه ثم يفصل الخرج و من هنا جاء أسمه لأنه يؤخر الفصل لا التوصيل (على العكس من النوع الأول) . و هذا النوع يحتاج تغذية مستقلة عن إشارة الدخل و ذلك لأنه يستمر في العمل بعد زوال هذه الأشارة .

والشكل التالي يوضح عمل هذا النوع من المؤقتات :



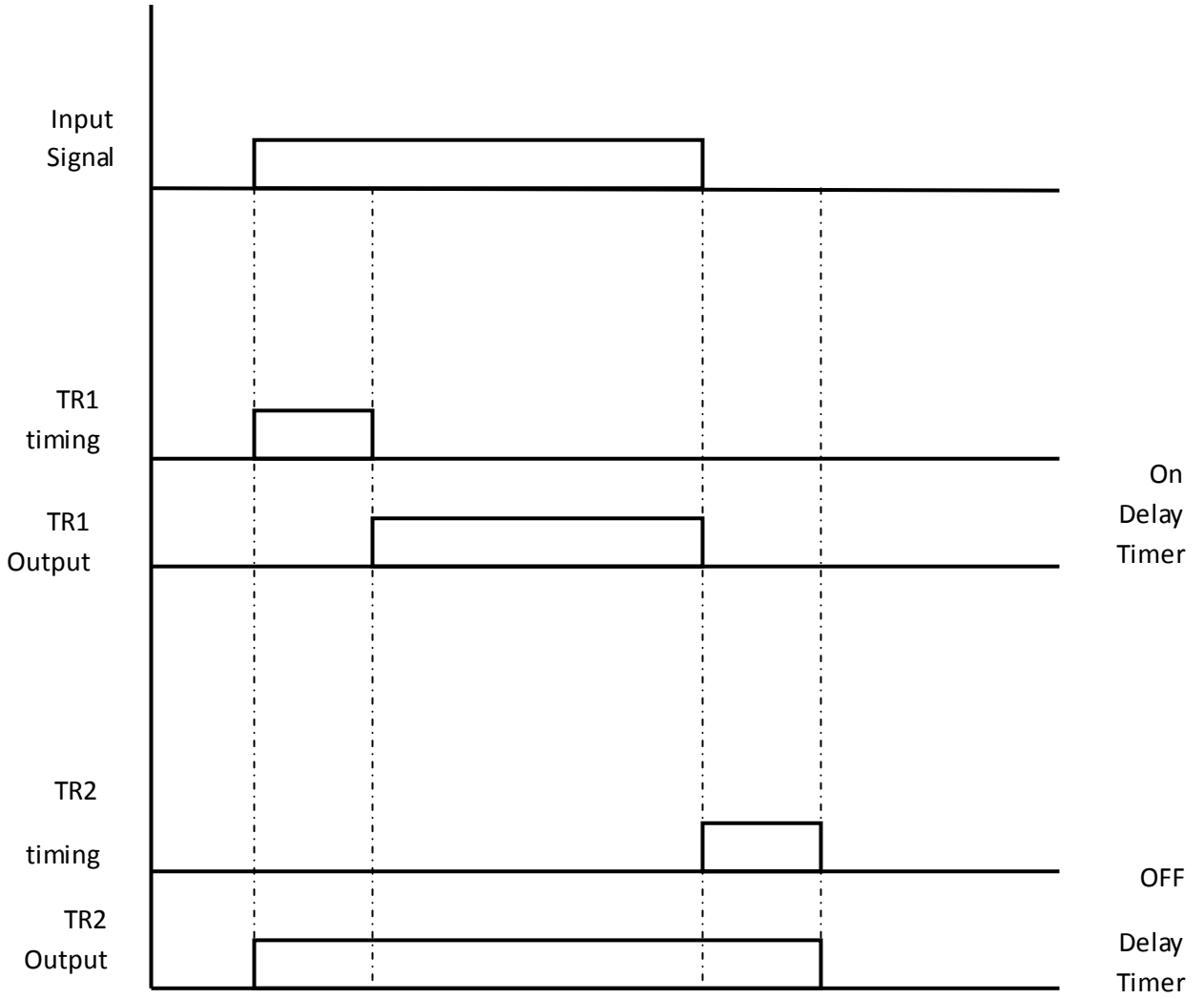
يفتح بعد 10 ثواني

عند الضغط على المفتاح S1 فإن المؤقت TR2 يفعل مباشراً و بالتالي يغلق نقطة التلامس المفتوحة طبيعياً NO الموجودة في السطر الثاني من الدائرة و التي تحمل نفس اسم المؤقت و بالتالي يضيء المصباح المتصل بها (و الذي يمثل الخرج في الدائرة) مباشراً (تماما كما يحدث مع المرحلات بدون أي تأخير زمني) .

ثم وبعد فصل الإشارة (تحرير المفتاح S1) فإن المؤقت يقوم باحتساب الزمن المضبوط عليه (و ليكن10 ثواني مثلاً) ثم يقوم بفصل إشارة الخرج و بالتالي يطفيء المصباح .

ونظراً لاستمرار المؤقت في العمل بعد زوال إشارة الدخل فإنه يحتاج تغذية كهربية مستقلة ليعمل عليها و هذا يجعله أعقد في التوصيل و أغلى في السعر من النوع الأول و لذلك كثيرا من يستخدم النوع الأول بدلاً منه (و يقوم بتقليد عمله بواسطة دائرة خاصة سيتم شرحها فيما بعد) . ومن أشهر أمثلة هذا النوع من المؤقتات دائرة الإنارة الأتوماتيكية المستخدمة في سلالم العمارات السكنية.

والرسم التالي يوضح الفرق بين هذين النوعين من المؤقتات :

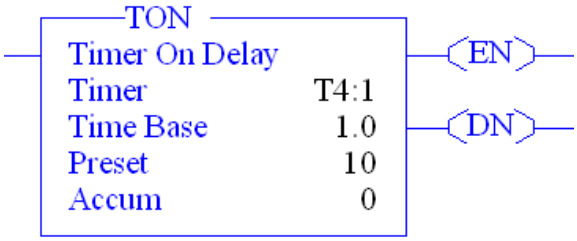


و كما هو واضح من الرسم فإن مؤقت التوصيل المتأخر (ON Delay Timer) يعطي الخرج لفترة زمنية أقل من زمن الإشارة بمقدار الزمن المضبوط عليه حيث يتاخر توصيله بامقدار هذا الزمن ثم يفصل مع زوال الإشارة .

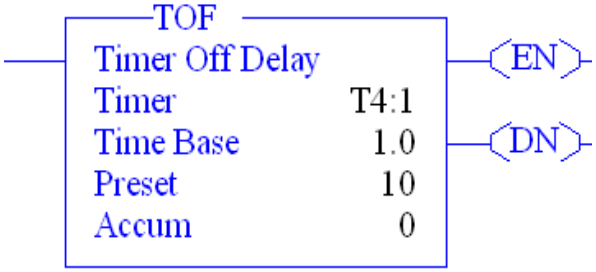
و أما مؤقت الفصل المتأخر (OFF Delay Timer) فيعطي الخرج لفترة زمنية أطول من زمن الإشارة بمقدار الزمن المضبوط عليه حيث يوصل بمجرد وصول الإشارة ثم يستمر في التوصيل بمقدار هذا الزمن بعد زوال الإشارة .

استخدام المؤقتات في برمجة الـ **PLC** :

يتم تمثيل مؤقت التوصيل المتأخر[TON] (ON Delay Timer) في السلم المنطقي بالشكل التالي :



كما يتم تمثيل مؤقت الفصل المتأخر[TOF] (OFF Delay Timer) في السلم المنطقي بالشكل التالي :



حيث :

[T4:1] تمثل رقم المؤقت في البرنامج

(يبدأ ترقيم جميع المؤقتات ب :T4 ثم رقم المؤقت)

[Time Base] تمثل وحدة الزمن حيث يتم اختيار احتساب الزمن بالثانية (1.0)

أو بوحدة أصغر من الثانية (0.001 or 0.01)

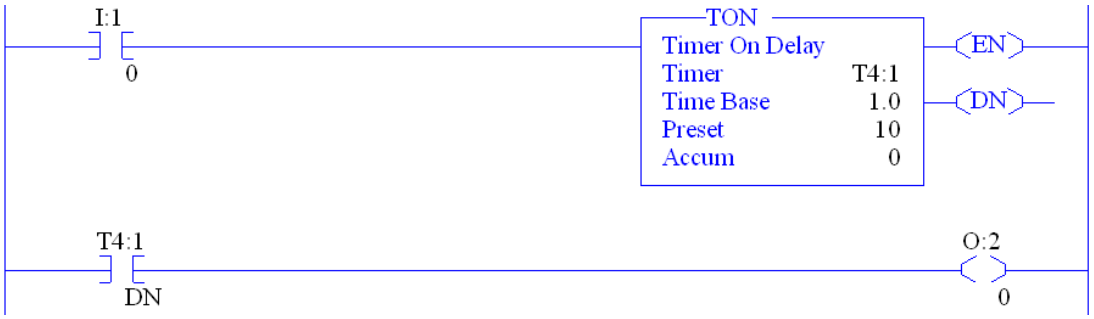
[Preset] تمثل الزمن المبرمج عليه المؤقت (محسوب بالوحدات السابقة)

[Accum] تمثل الزمن التراكمي و هو الزمن الذي قام المؤقت باحتسابه

[EN] تبين وصول الإشارة للمؤقت

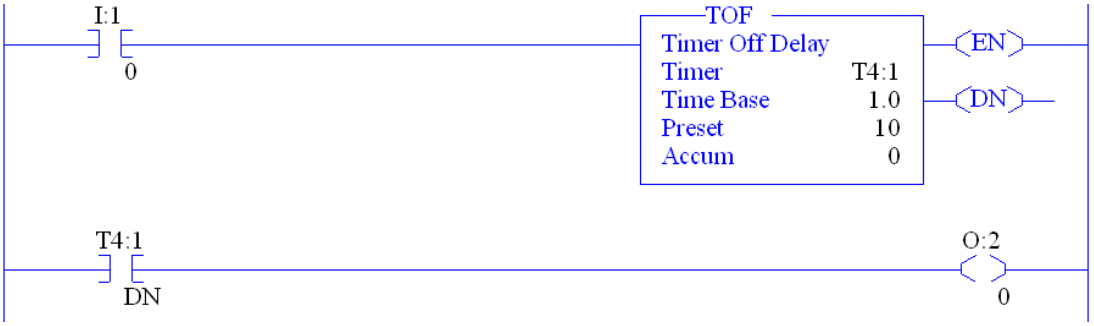
[DN] تبين وصول المؤقت للزمن المبرمج عليه

ويبين الشكل التالي نموذج لاستخدم مؤقت التوصيل المتأخر في السلم المنطقي للبرمجة :



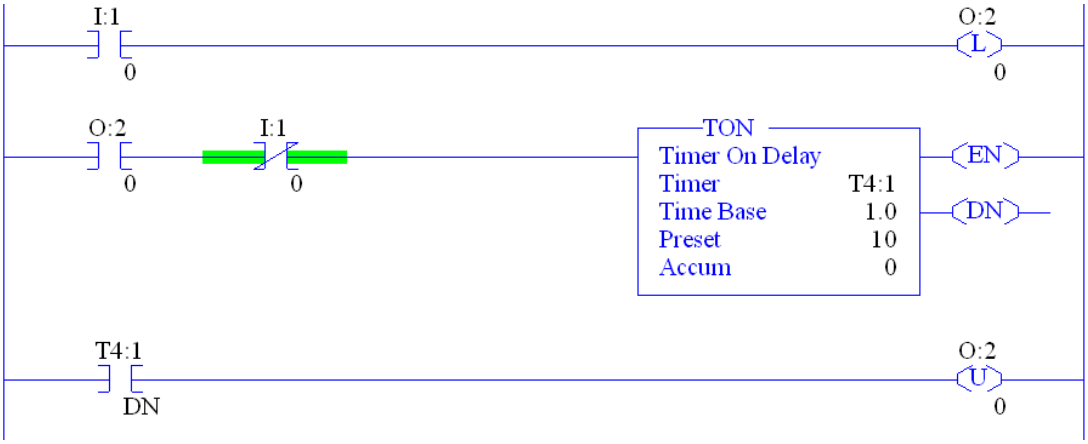
عند دخول إشارة الدخل I:1/0 يبدأ المؤقت T4:1 في احتساب الزمن (و يلاحظ ذلك في Accum) حتى يصل الزمن للقيمة المضبوط عليها مسبقا في Preset فعندئذ يفعل المؤقت و يغلق نقطة التلامس المفتوحة طبيعيT4:1/DN و بالتالي يفعل الخرج O:2/0

كما يبين الشكل التالي نموذج لاستخدم مؤقت الفصل المتأخر في السلم المنطقي للبرمجة :



عند دخول إشارة الدخل I:1/0 يفعل المؤقت T4:1 مباشراً و يغلق نقطة التلامس المفتوحة طبيعيا T4:1/DN و بالتالي يفعل الخرج O:2/0و يستمر ذلك (بدون حساب الزمن) طالما ظلت الإشارة موجودة ثم و بمجرد فصل الإشارة يبدأ المؤقت في احتساب الزمن (و يلاحظ ذلك في Accum) مع استمرار تفعيل المؤقت حتى يصل الزمن للقيمة المضبوط عليها مسبقا في Preset فعندئذ يفصل المؤقت و بالتالي يفصل نقطة الخرجO:2/0 .

و يمثل الشكل التالي كيفية استخدام مؤقت التوصيل المتأخر لتقليد أداء مؤقت الفصل المتأخر (باستخدام مرحل إضافي)



شرح الدائرة :

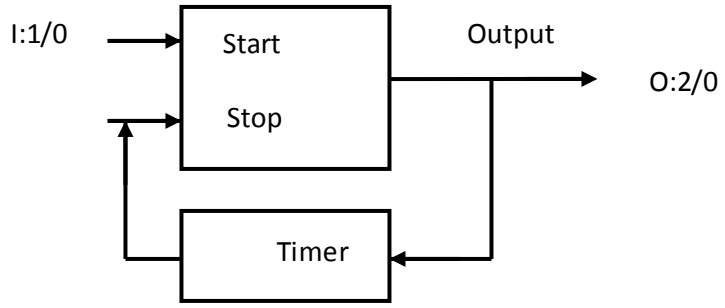
عند توصيل إشارة الدخل (I:1/0) فإن ملف الخرج (O:2/0) يفعل ليعطي الخرج و لكن المؤقت لا يبدأ العمل إلا بعد فصل إشارة الدخل بسبب نقطة التلامس(I:1/0) المغلقة طبيعياً NC

وعند فصل إشارة الدخل يستمر الخرج مفعل لأنه (L) و يبدأ المؤقت في احتساب الزمن (كما يلاحظ من Accum) إلى أن يصل للزمن المضبوط عليه فيPreset

وعند وصول المؤقت للزمن المضبوط عليه فإنه يغلق نقطة التلامس المفتوحة طبيعياً (T4:1/DN) و التي تقوم بدورها بفصل إشارة الخرج (O:2/0)

وبمراجعة عمل الدائرة السابقة نجد أنه يماثل عمل مؤقت الفصل المتأخر و لكن باستخدام مؤقت التوصيل المتأخر .

والدائرة في الحقيقة عبارة عن دائرة (تشغيل / إيقاف) تقوم إشارة الدخل بإعطاء إشارة التشغيل لها بينما يقوم المؤقت بإعطاء إشارة الفصل لها كما بالرسم التالي :

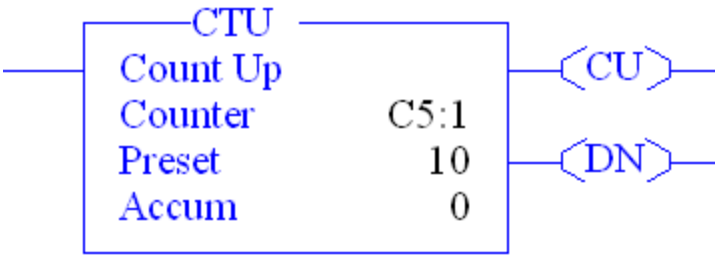


2- العدادات (**Counters**) :

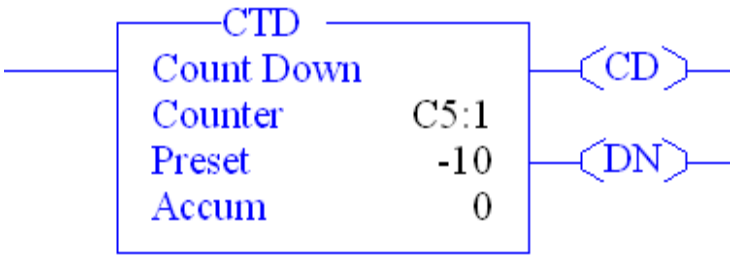
العدادات (Counter) هي مكون آخر هام من مكونات برامج الحاكمات و هي تشبه المؤقتات في كثير من الخصائص إلا أنها تفترق عنها في أنها بدلاً من احتسبها لزمن إشارة الدخل فهي تقوم باحتساب عدد مرات ورود إشارة الدخل فكل مرة ترد فيها الإشارة فإنها تقوم بعد عدة واحدة و مهما طالت مدة الإشارة فإنها لا تقوم بعدة ثانية حتى تزول الإشارة ثم ترد مرة أخرى و هكذا إلى أن يصل العداد إلى العدد المضبوط عليه فعندئذ يفعل العداد و يخرج إشارة الخرج .

وللعدادات نوعين (كما في حالة المؤقتات) و هما العداد التصاعدي و العداد التنازلي و الشكل التالي يوضح كيفية تمثيل كلا النوعين في السلم المنطقي .

العداد التصاعدي



العداد التنازلي



حيث :

[C5:1] تمثل رقم العداد في البرنامج

(يبدأ ترقيم جميع العدادات ب :C5 ثم رقم العداد)

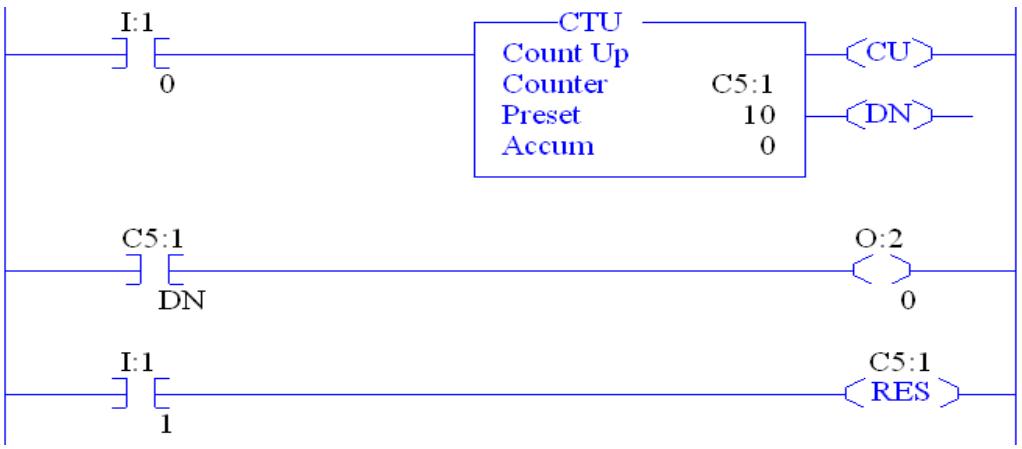
[Preset] تمثل العدد المبرمج عليه العداد

[Accum] تمثل العدد التراكمي و هو العدد الذي قام العداد باحتسابه

[CU] / [CD] تبين وجود إشارة الدخل على العداد

[DN] تبين وصول العداد للعدد المبرمج عليه

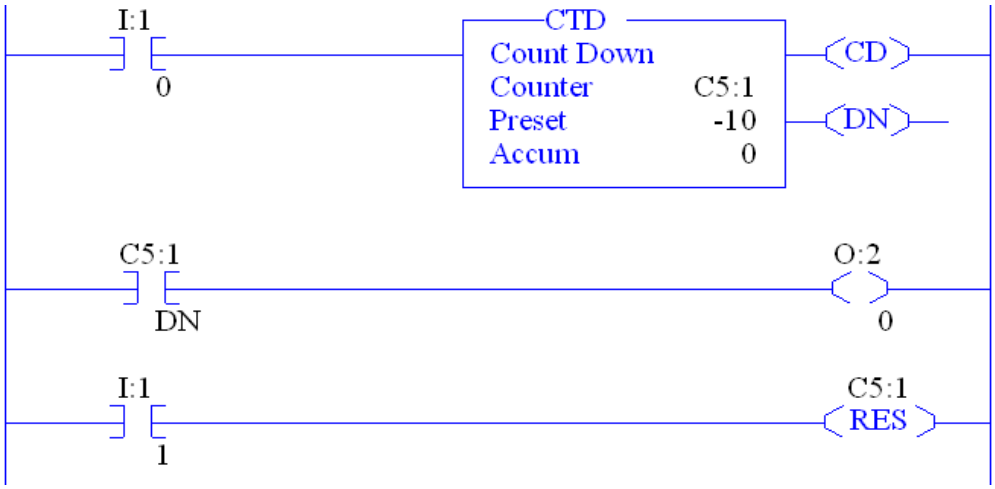
ويبين الشكل التالي نموذج لاستخدم العداد التصاعدي في السلم المنطقي للبرمجة :



عند ورود إشارة الدخل I:1/0 يبدأ العداد C5:1 في احتساب العدد (و يلاحظ ذلك في Accum حيث يتحول من 0 إلى 1) و لا يقوم بعدة أخرى طالما ظلت الإشارة موجودة فإذا زالت الإشارة (فصلت النقطة I:1/0) ثم عادت للورود مرة أخرى فإنه يقوم بعدة أخرى و هكذا حتى يصل العدد للقيمة المضبوط عليها مسبقا فيPreset فعندئذ يفعل العداد و يغلق نقطة التلامس المفتوحة طبيعيا C5:1/DN و بالتالي يفعل الخرج O:2/0

و يلاحظ هنا أنه باستمرار ورود إشارة الدخل فإن العداد يستمر في العد بالرغم من تجاوز القيمة المضبوط عليها (و يستمر الخرج مفعل أيضاً) و هنا يظهر فارق رئيسي بين المؤقت و العداد فالمؤقت يعود زمنه للصفر بمجرد فصل إشارة الدخل عنه و لا يحتاج إشارة خاصة لإعادة تهيئته و أما العداد فإنه لا يعود للصفر بفصل إشارة الدخل عنه (لأنه أصلاً يقوم بعد عدد مرات ورود الإشارة أي عدد مرات الفصل و التوصيل) وبالتالي فالعداد في حاجة لإشارة خاصة لإعادة تهيئته (إعادة عدده التراكمي للصفر) و يتم ذلك من خلال الأمر (RES RESET) و الذي يحمل نفس أسم العداد فعند تفعيل إشارة الدخل I:1/1 يفعل الأمر RES و بالتالي يعود العدد التراكمي للعداد Accum إلى الصفر .

ويبين الشكل التالي نموذج لاستخدم العداد التنازلي في السلم المنطقي للبرمجة :



ونلاحظ هنا أنه بمجرد تشغيل البرنامج فإن العداد يكون مفعل و يعطي إشارة الخرج (و ذلك لأن Accum تكون أكبر من Preset و التي توضع هنا كرقم سالب و ليس موجب لأن العد سيكون تنازلي بدأ من الصفر) و بالتالي فإن الخرج O:2/0 يكون مفعل بمجرد تشغيل البرنامج .

ومع ورود إشارة الدخل I:1/0 يبدأ العداد في العد بشكل تنازلي (سالب) . و كما في حالة العداد التصاعدي فإن العداد التنازلي لا يقوم بعدة أخرى حتى تزول الإشارة ثم تعود للورود مرة أخرى . و هكذا يستمر العدد في العد إلى أن يصير Accum أصغر من Preset و عندئذ يزول تفعيل العداد و يفصل نقطة التلامس المفتوحة طبيعيا C5:1/DN و بالتالي يفصل إشارة الخرج O:2/0

وكما في حالة العداد التصاعدي يستمر العداد التنازلي في العد طالما استمر ورود و فصل إشارة الدخل (مع استمرار العداد غير مفعل لأن Accum أصغر من Preset) و بالتالي فلابد من إشارة خاصة I:1/1 لكي تفعل الأمر RES (و يكون له نفس اسم العداد) و الذي يقوم بدوره بإعادة تهيئة العداد (إعادة العدد التراكمي Accum له إلى الصفر) .

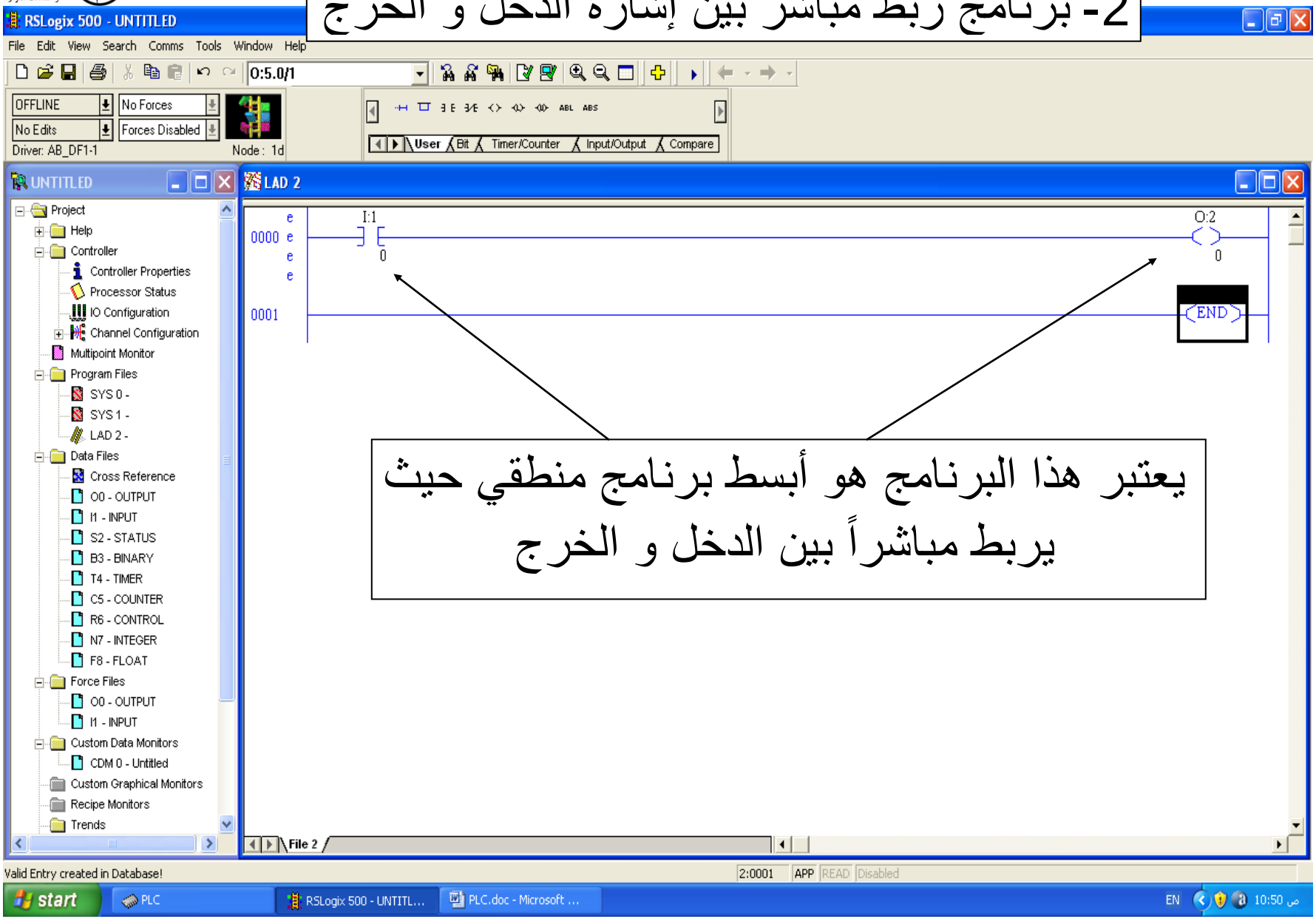
PLC

كراسة التدريبات العملية

1- برنامج خالي من سطور البرمجة

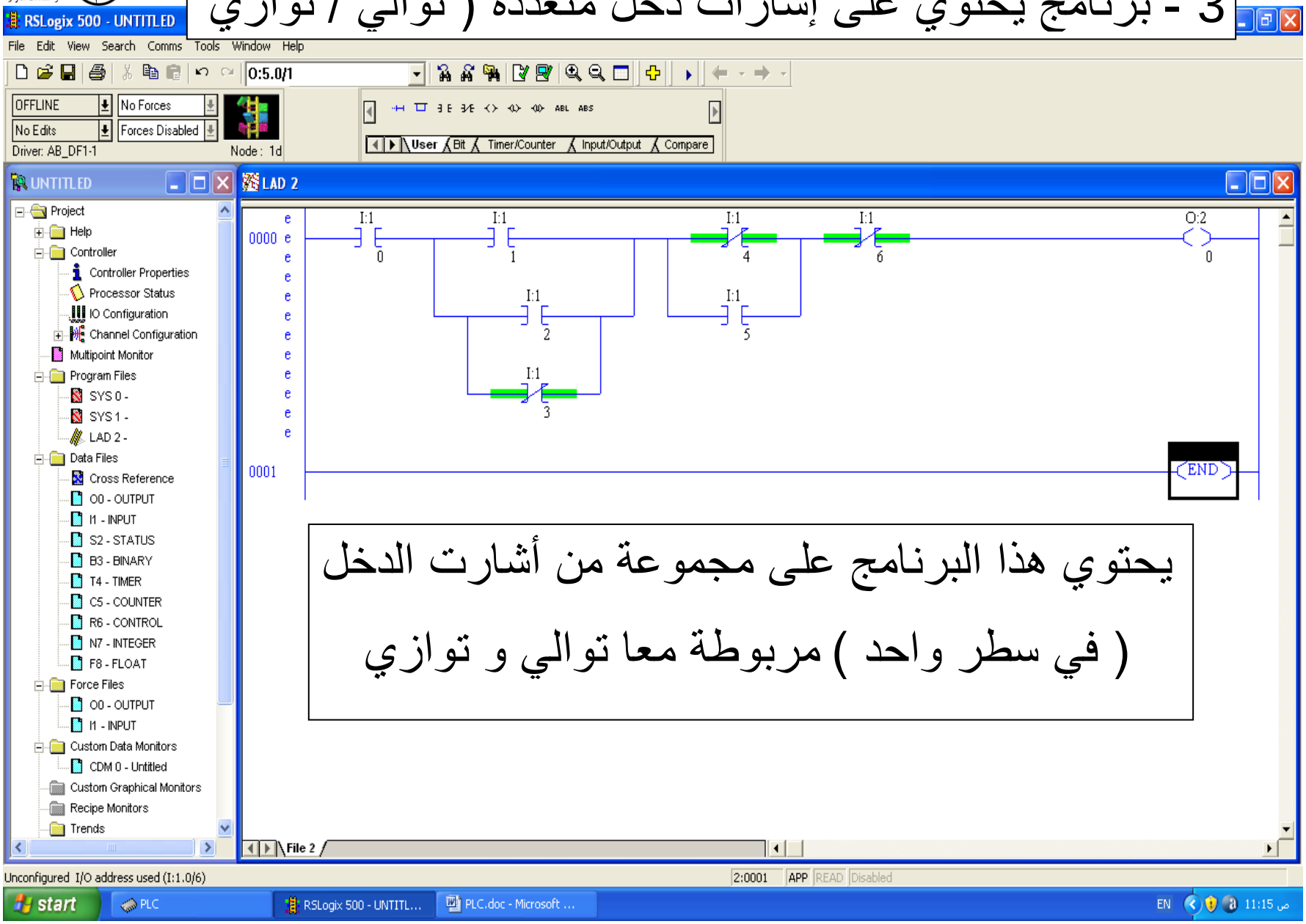
بالرغم من أن هذا البرنامج لا يحتوي على أي سطور برمجة إلا أنه يحتوي على معلومات أخرى هامة مثل مواصفات الإتصال و توصيف كروت الدخل و الخرج و يستخدم هذا البرنامج في تشخيص عطل المعالج

2- برنامج ربط مباشر بين إشارة الدخل و الخرج



يعتبر هذا البرنامج هو أبسط برنامج منطقي حيث يربط مباشراً بين الدخل و الخرج

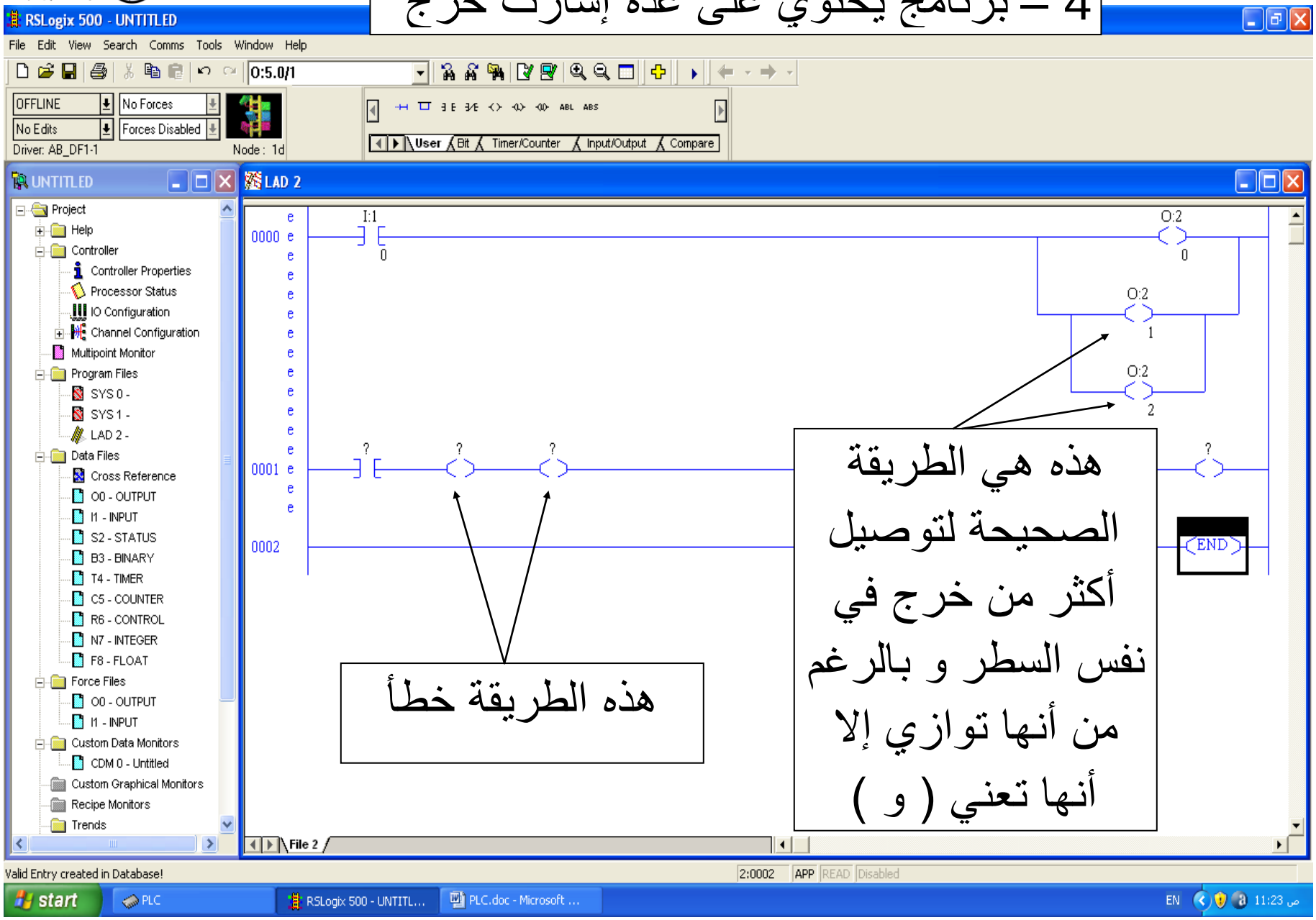
3 - برنامج يحتوي على إشارات دخل متعددة (توالي / توازي



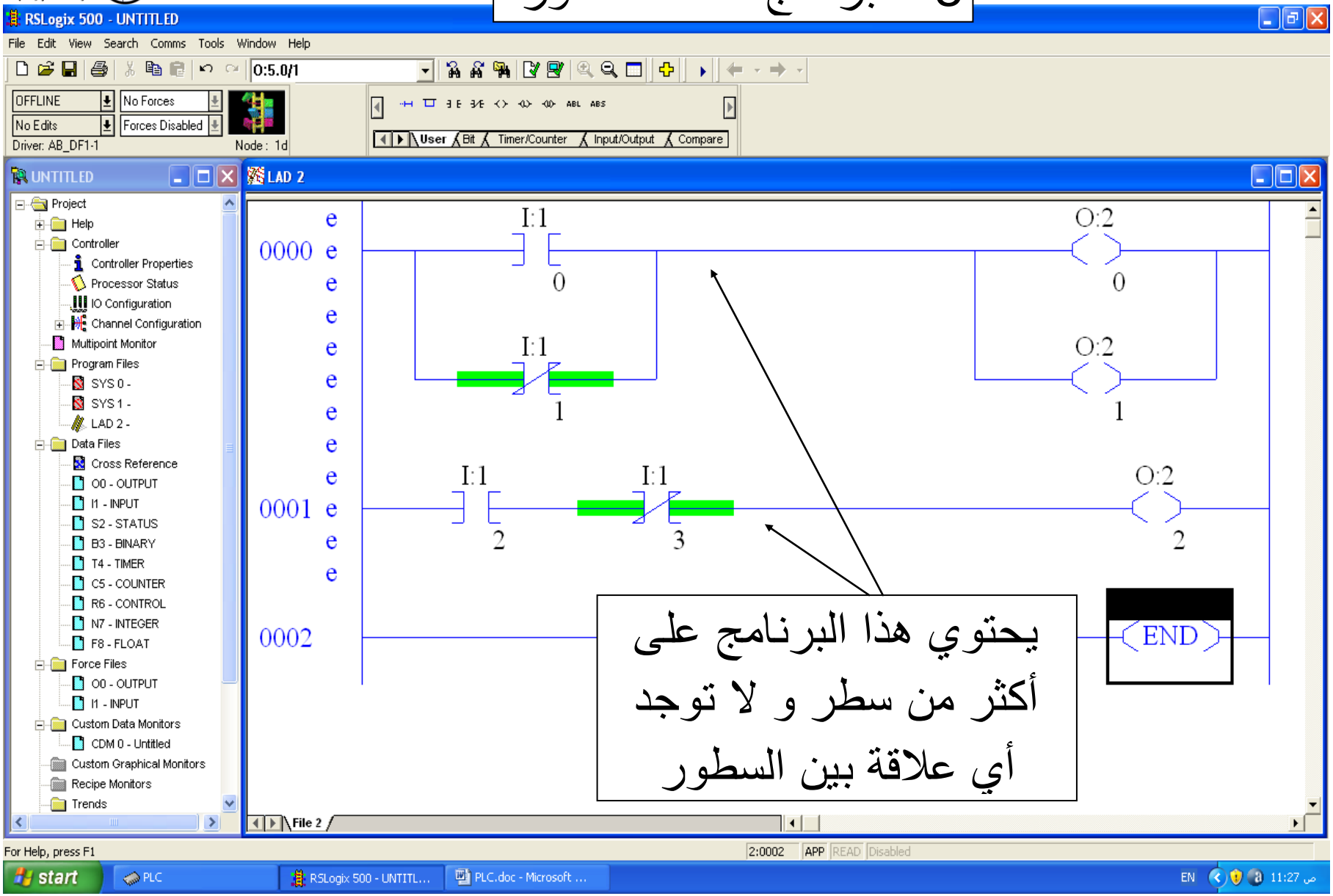
يحتوي هذا البرنامج على مجموعة من أشارت الدخل

(في سطر واحد) مربوطة معا توالي و توازي

4 – برنامج يحتوي على عدة إشارت خرج

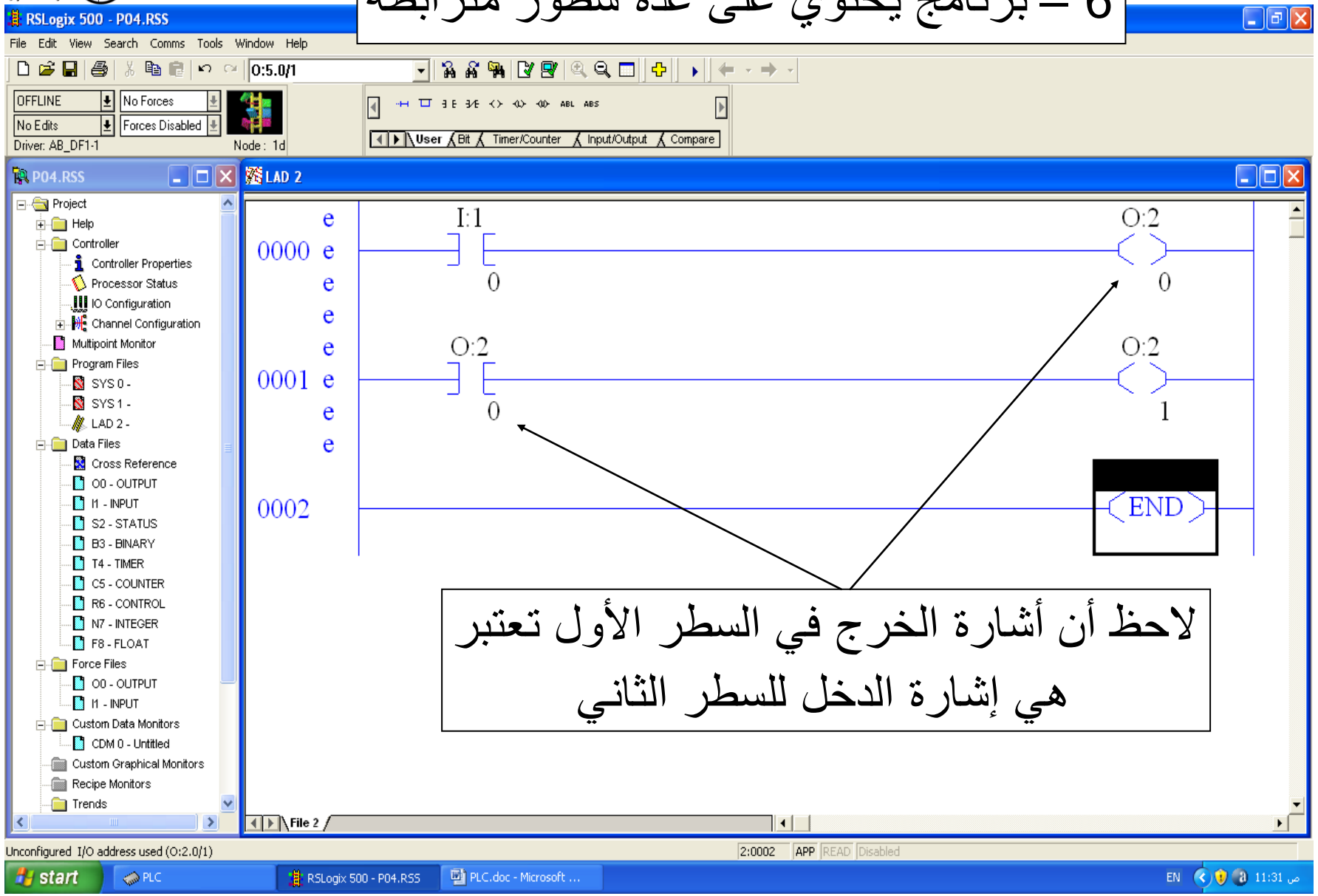


5 – برنامج متعدد السطور



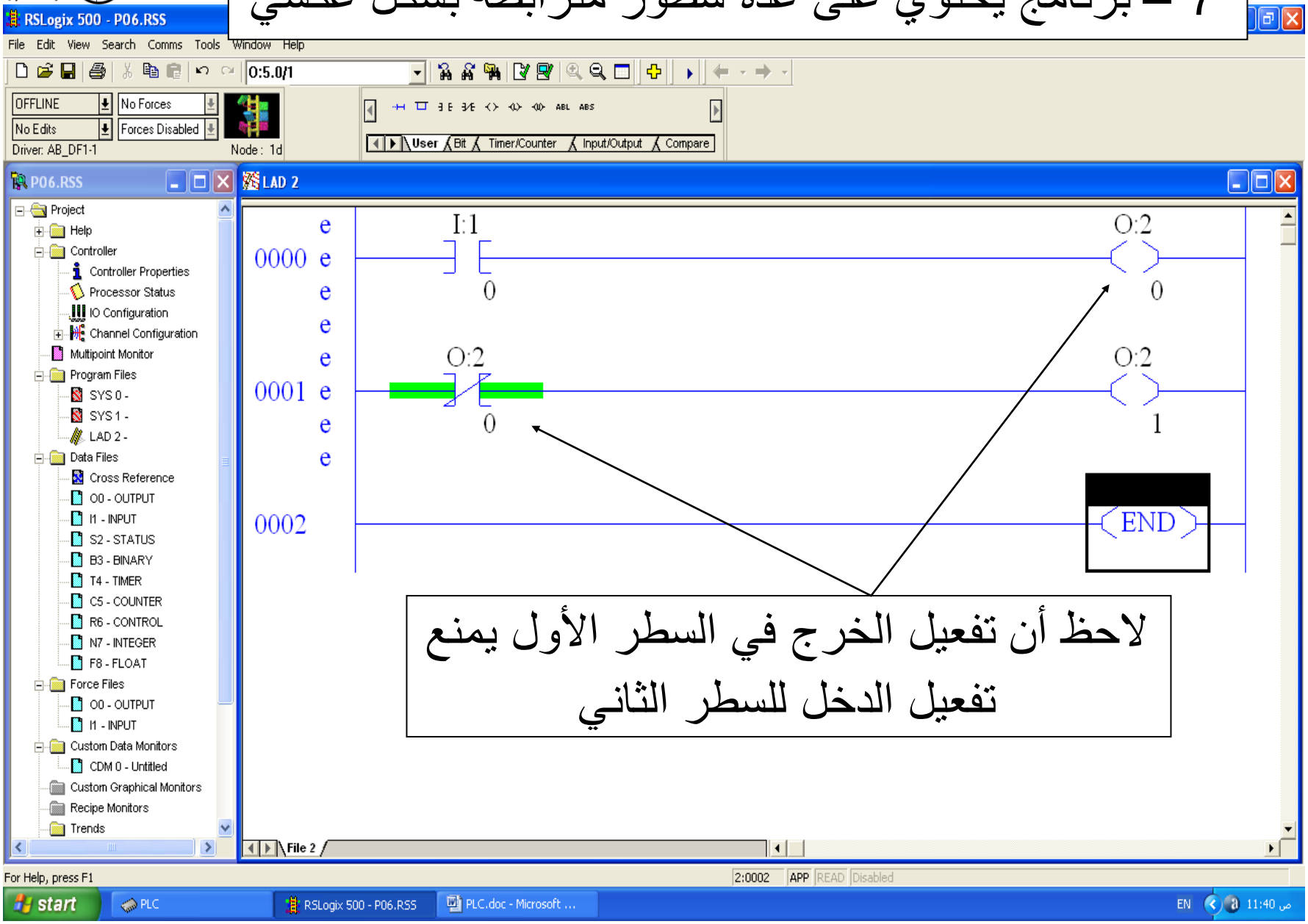
يحتوي هذا البرنامج على
أكثر من سطر و لا توجد
أي علاقة بين السطور

6 – برنامج يحتوي على عدة سطور مترابطة



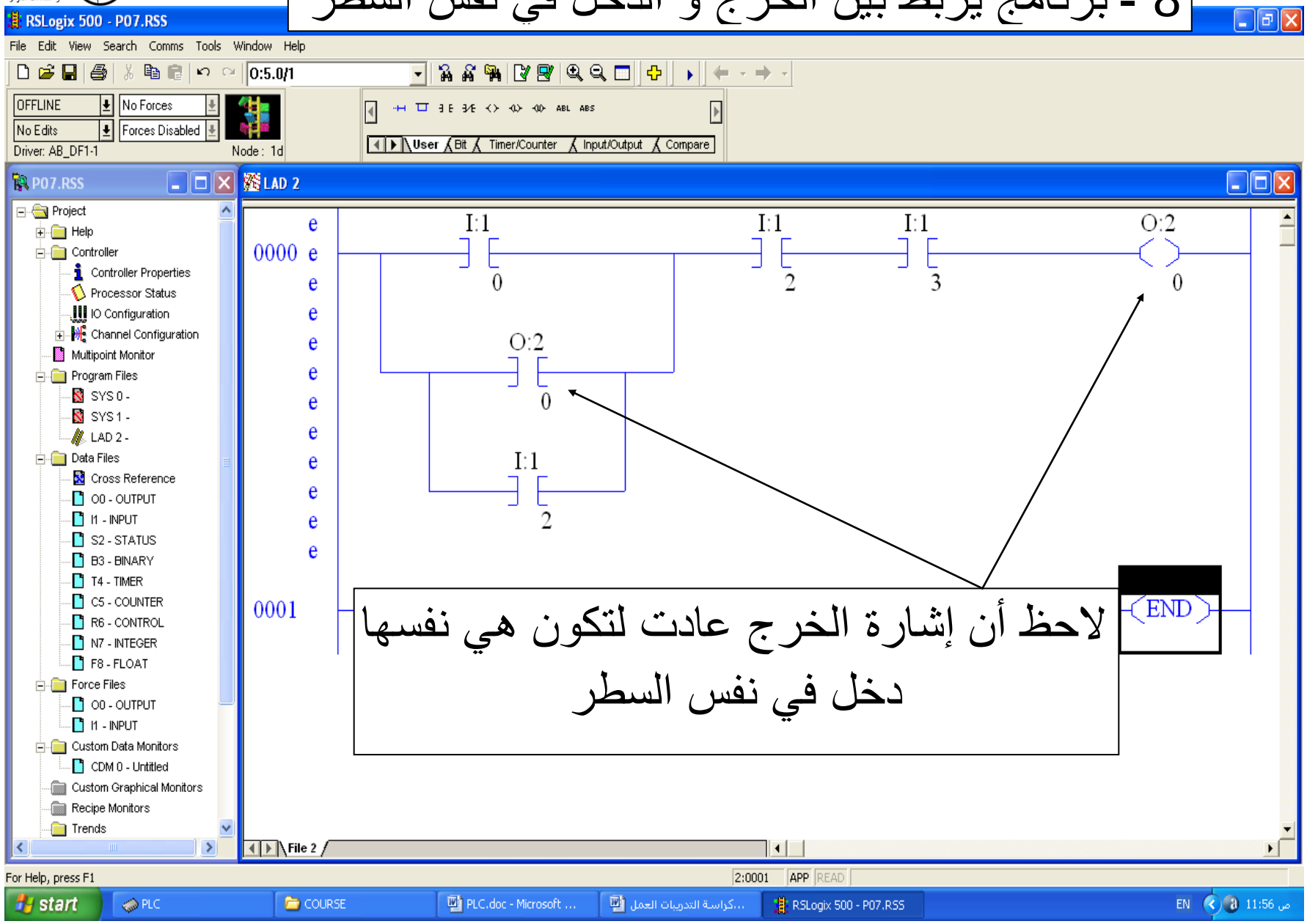
لاحظ أن أشارة الخرج في السطر الأول تعتبر هي إشارة الدخل للسطر الثاني

7 – برنامج يحتوي على عدة سطور مترابطة بشكل عكسي



لاحظ أن تفعيل الخرج في السطر الأول يمنع تفعيل الدخل للسطر الثاني

8 - برنامج يربط بين الخرج و الدخل في نفس السطر

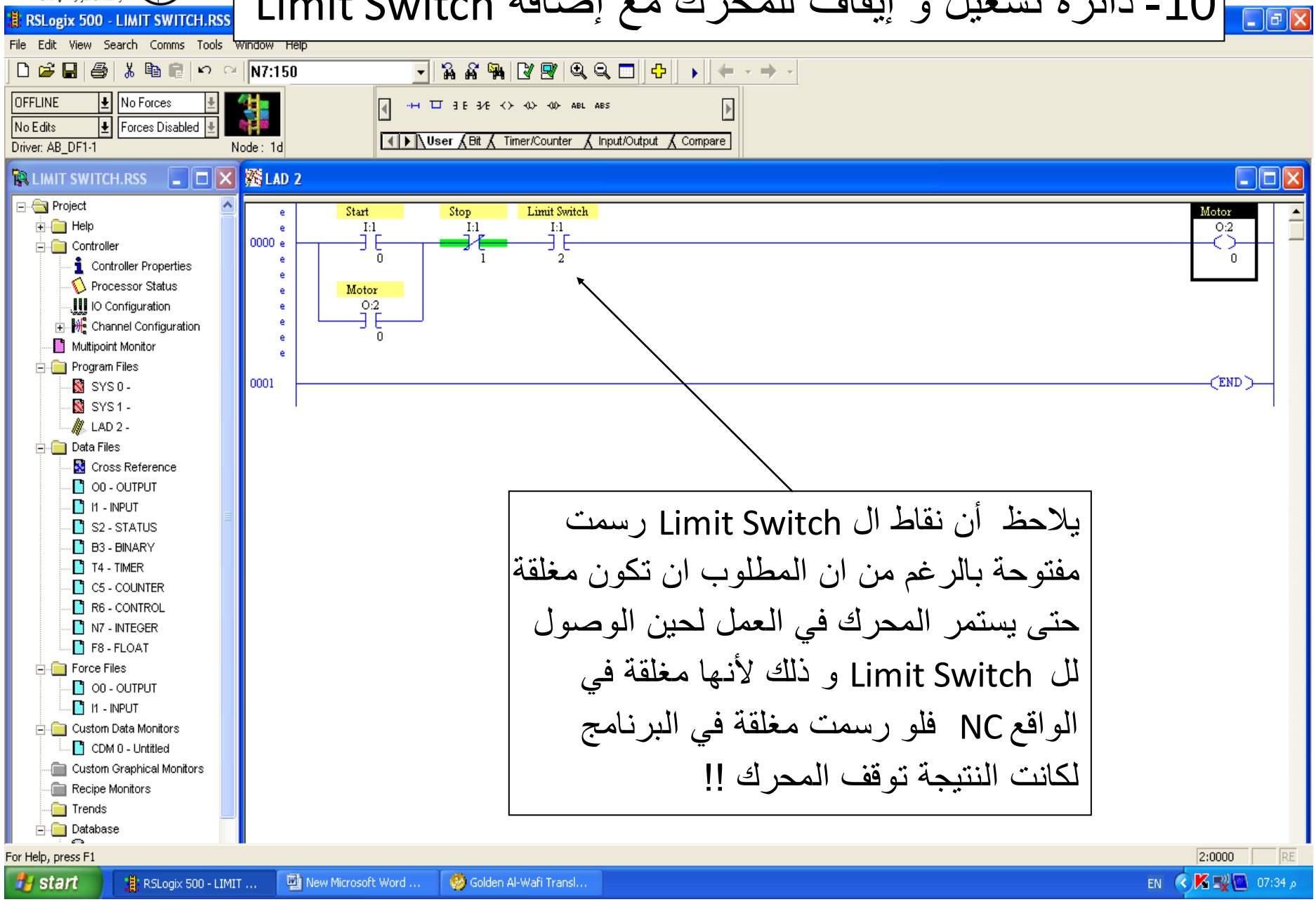


لاحظ أن إشارة الخرج عادت لتكون هي نفسها دخل في نفس السطر

9- دائرة تشغيل و إيقاف للمحرك Start / Stop

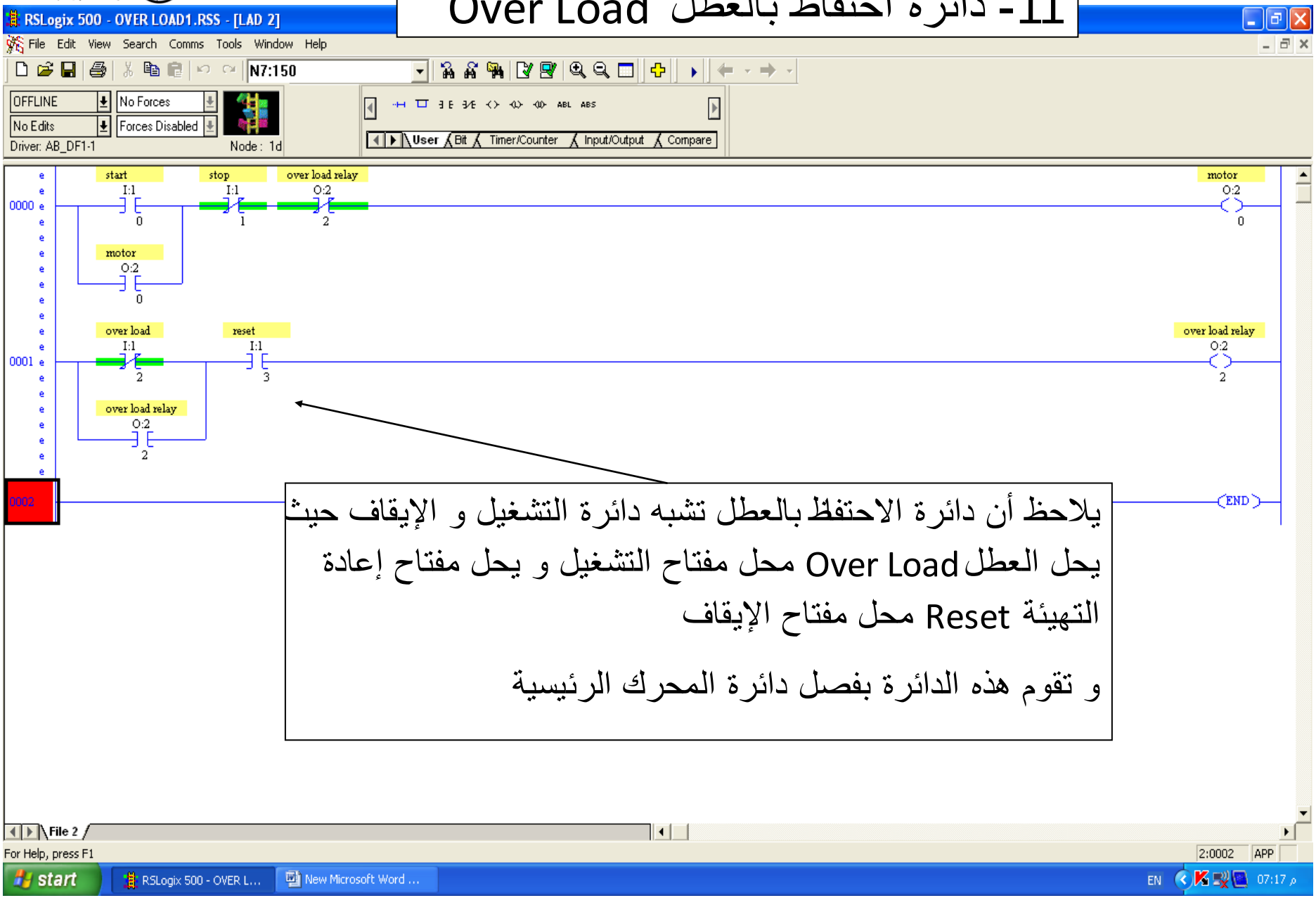
يلاحظ اعتماد الدائرة على نقطة على ريلاي الخرج للحفاظ على استمرار التشغيل بعد الضغط على مفتاح التشغيل و تركه فيستمر المحرك في العمل لحين الضغط على مفتاح الإيقاف

10- دائرة تشغيل و إيقاف للمحرك مع إضافة Limit Switch



يلاحظ أن نقاط ال Limit Switch رسمت مفتوحة بالرغم من ان المطلوب ان تكون مغلقة حتى يستمر المحرك في العمل لحين الوصول لل Limit Switch و ذلك لأنها مغلقة في الواقع NC فلو رسمت مغلقة في البرنامج لكانت النتيجة توقف المحرك !!

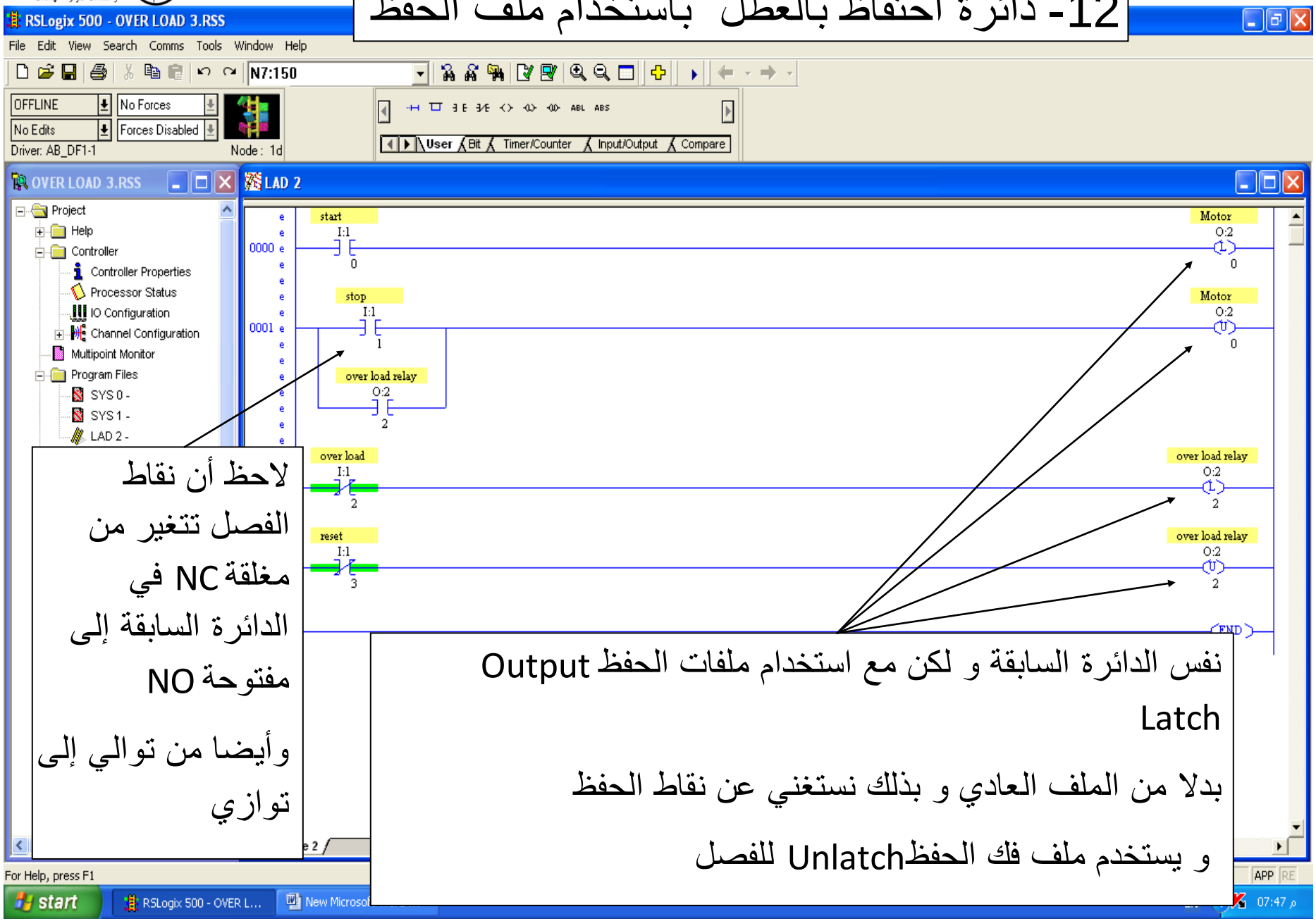
11- دائرة احتفاظ بالعطل Over Load



يلاحظ أن دائرة الاحتفاظ بالعطل تشبه دائرة التشغيل و الإيقاف حيث يحل العطل Over Load محل مفتاح التشغيل و يحل مفتاح إعادة التهيئة Reset محل مفتاح الإيقاف

و تقوم هذه الدائرة بفصل دائرة المحرك الرئيسية

12- دائرة احتفاظ بالعطل باستخدام ملف الحفظ



لاحظ أن نقاط الفصل تتغير من مغلقة NC في الدائرة السابقة إلى مفتوحة NO

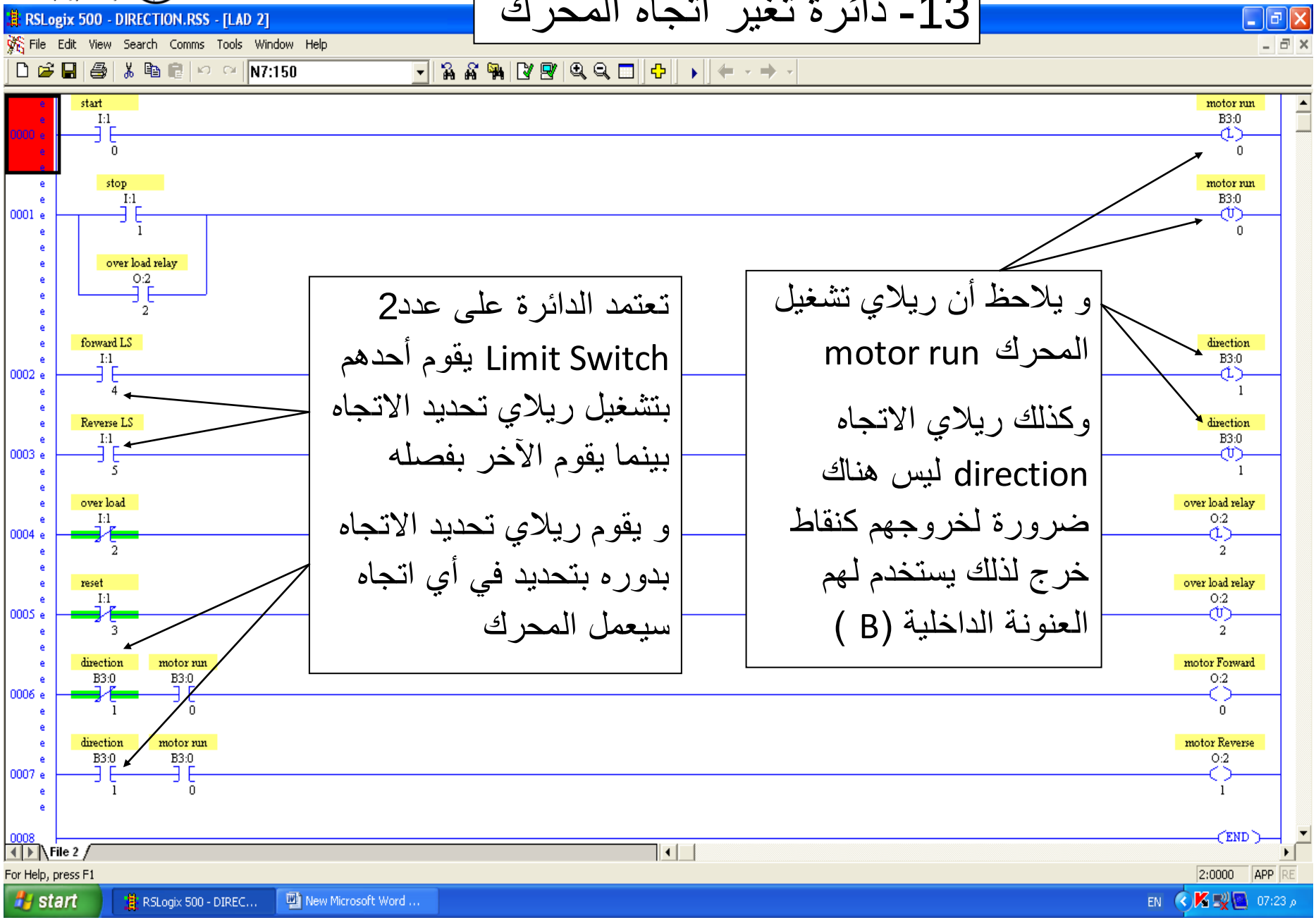
وأيضا من توالي إلى توازي

نفس الدائرة السابقة و لكن مع استخدام ملفات الحفظ Output Latch

بدلا من الملف العادي و بذلك نستغني عن نقاط الحفظ

و يستخدم ملف فك الحفظ Unlatch للفصل

13- دائرة تغير اتجاه المحرك



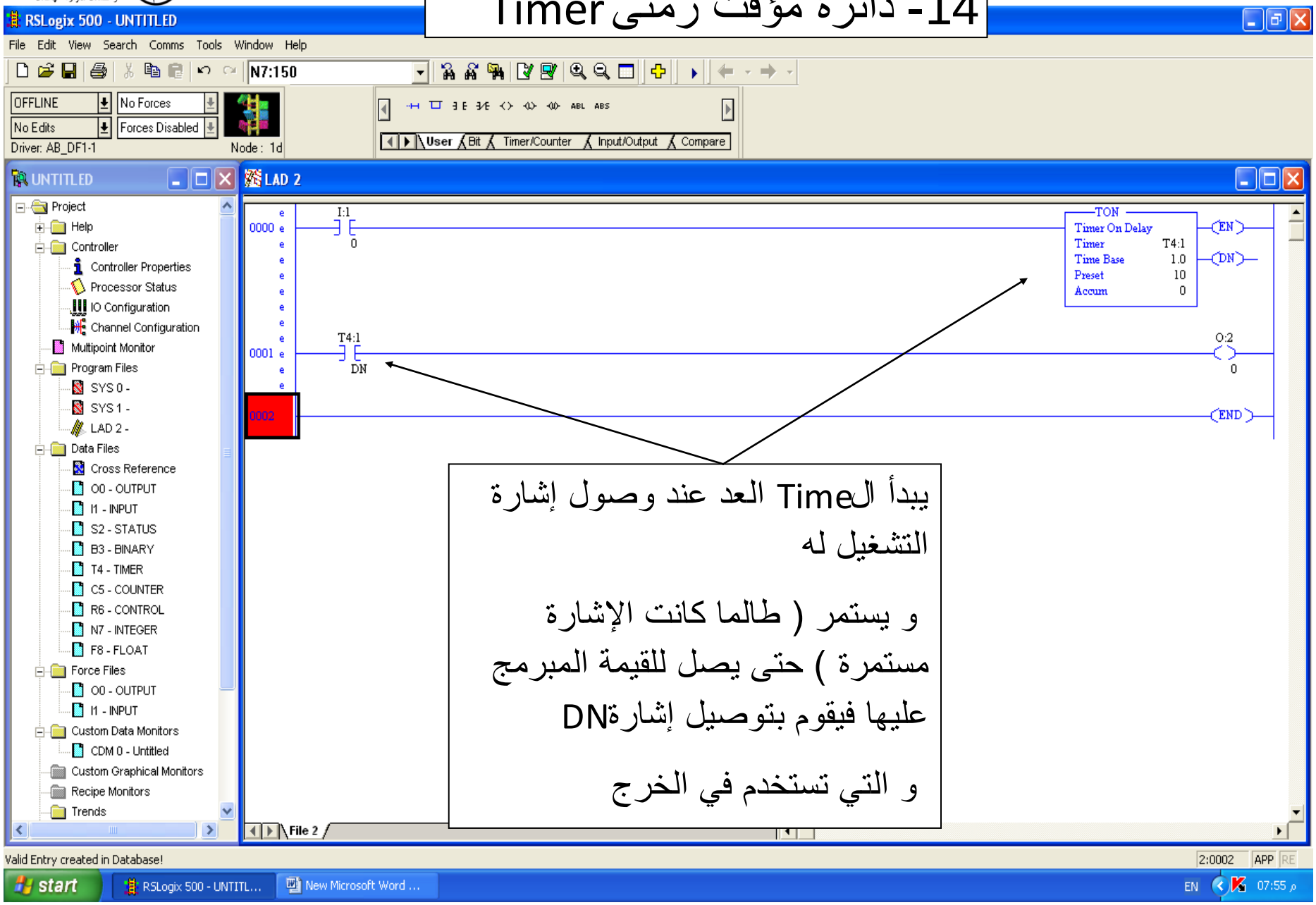
تعتمد الدائرة على عدد2 Limit Switch يقوم أحدهم بتشغيل ريلاي تحديد الاتجاه بينما يقوم الآخر بفصله

و يقوم ريلاي تحديد الاتجاه بدوره بتحديد في أي اتجاه سيعمل المحرك

و يلاحظ أن ريلاي تشغيل المحرك motor run

وكذلك ريلاي الاتجاه direction ليس هناك ضرورة لخروجهم كنقاط خرج لذلك يستخدم لهم العنونة الداخلية (B)

14- دائرة مؤقت زمنى Timer

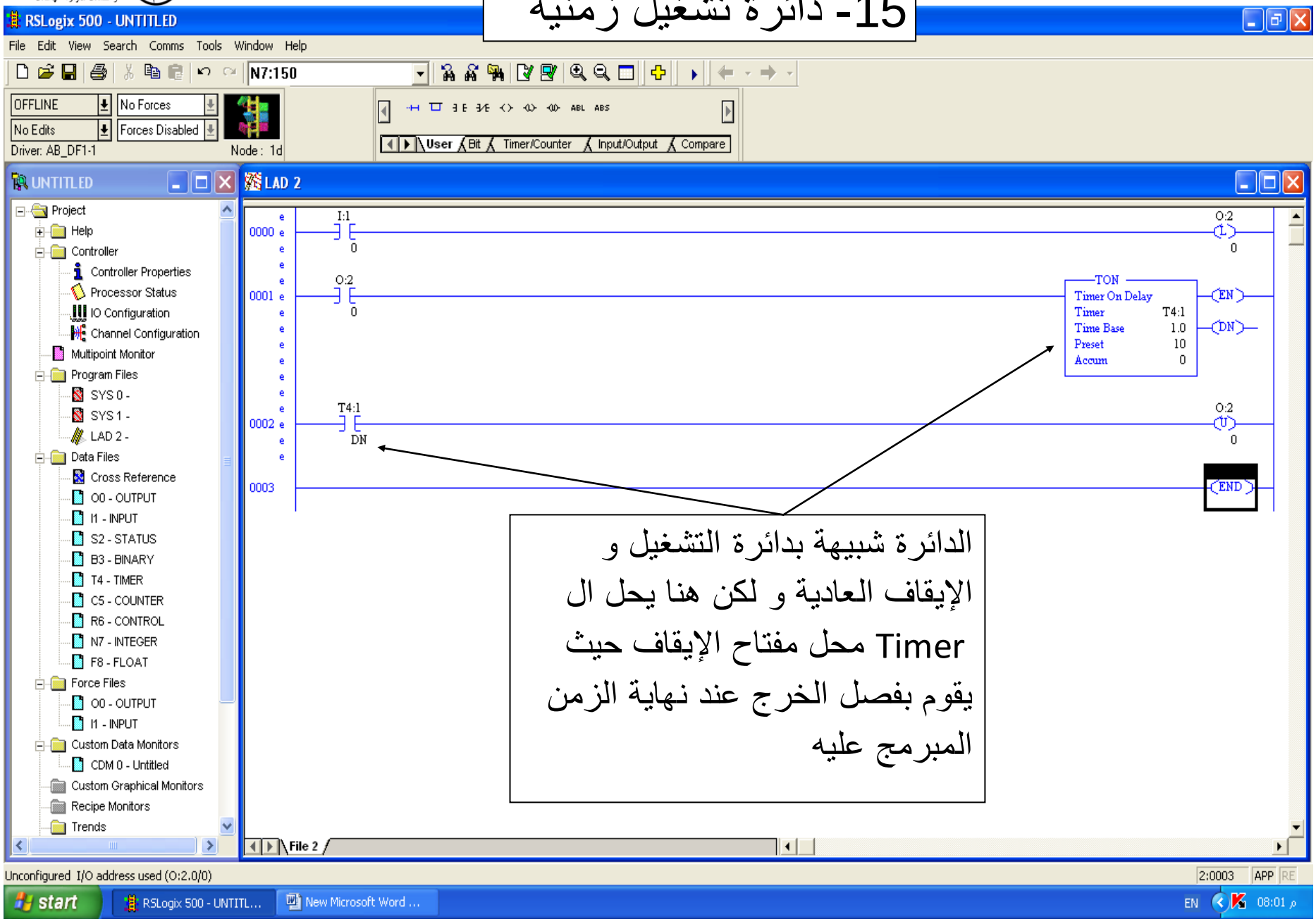


يبدأ الTime العد عند وصول إشارة التشغيل له

و يستمر (طالما كانت الإشارة مستمرة) حتى يصل للقيمة المبرمج عليها فيقوم بتوصيل إشارةDN

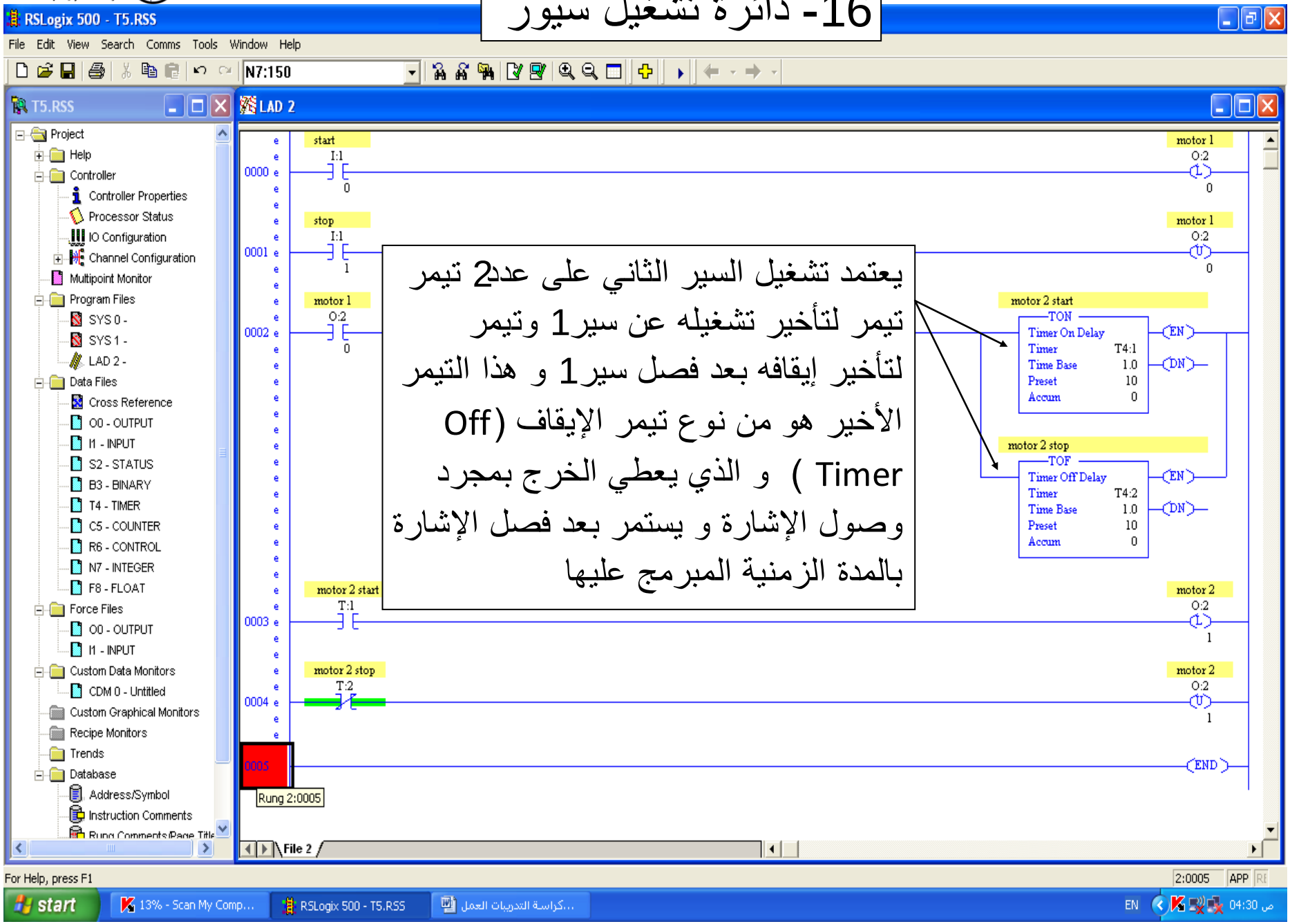
و التي تستخدم في الخرج

15- دائرة تشغيل زمنية



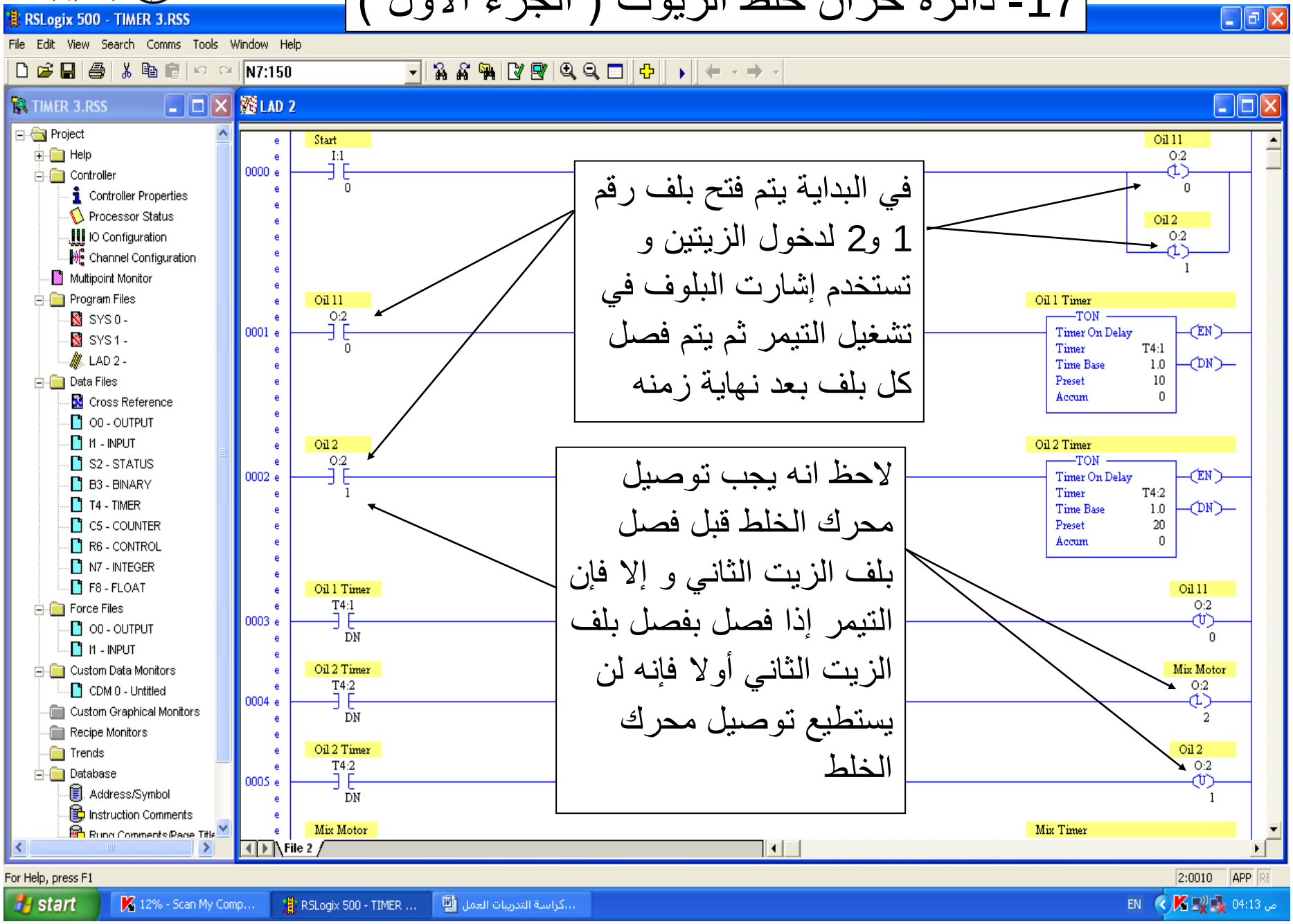
الدائرة شبيهة بدائرة التشغيل و الإيقاف العادية و لكن هنا يحل ال Timer محل مفتاح الإيقاف حيث يقوم بفصل الخرج عند نهاية الزمن المبرمج عليه

16- دائرة تشغيل سيور

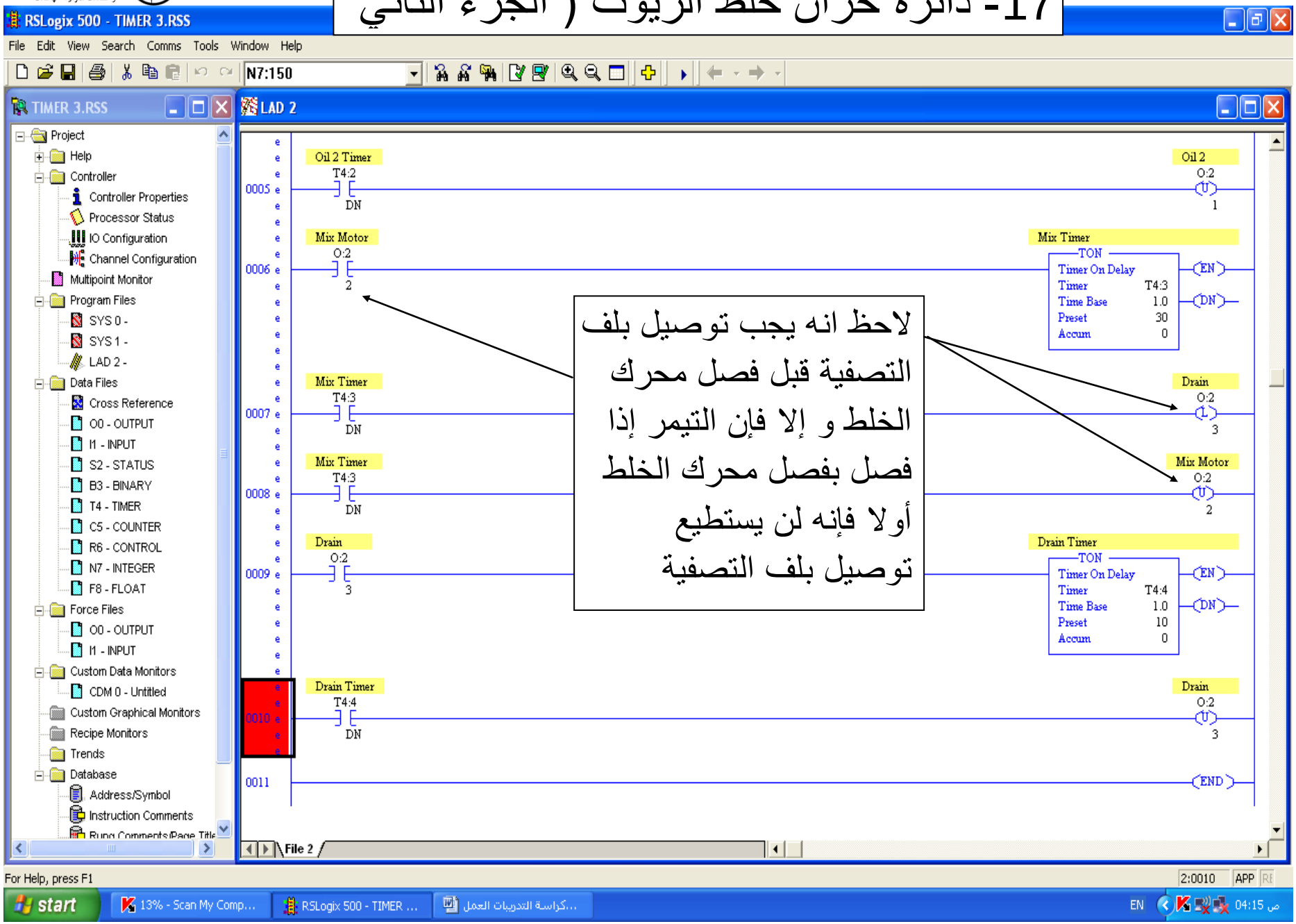


يعتمد تشغيل السير الثاني على عدد2 تيمر تيمر لتأخير تشغيله عن سير1 وتيمر لتأخير إيقافه بعد فصل سير1 و هذا التيمر الأخير هو من نوع تيمر الإيقاف (Off Timer) و الذي يعطي الخرج بمجرد وصول الإشارة و يستمر بعد فصل الإشارة بالمدة الزمنية المبرمج عليها

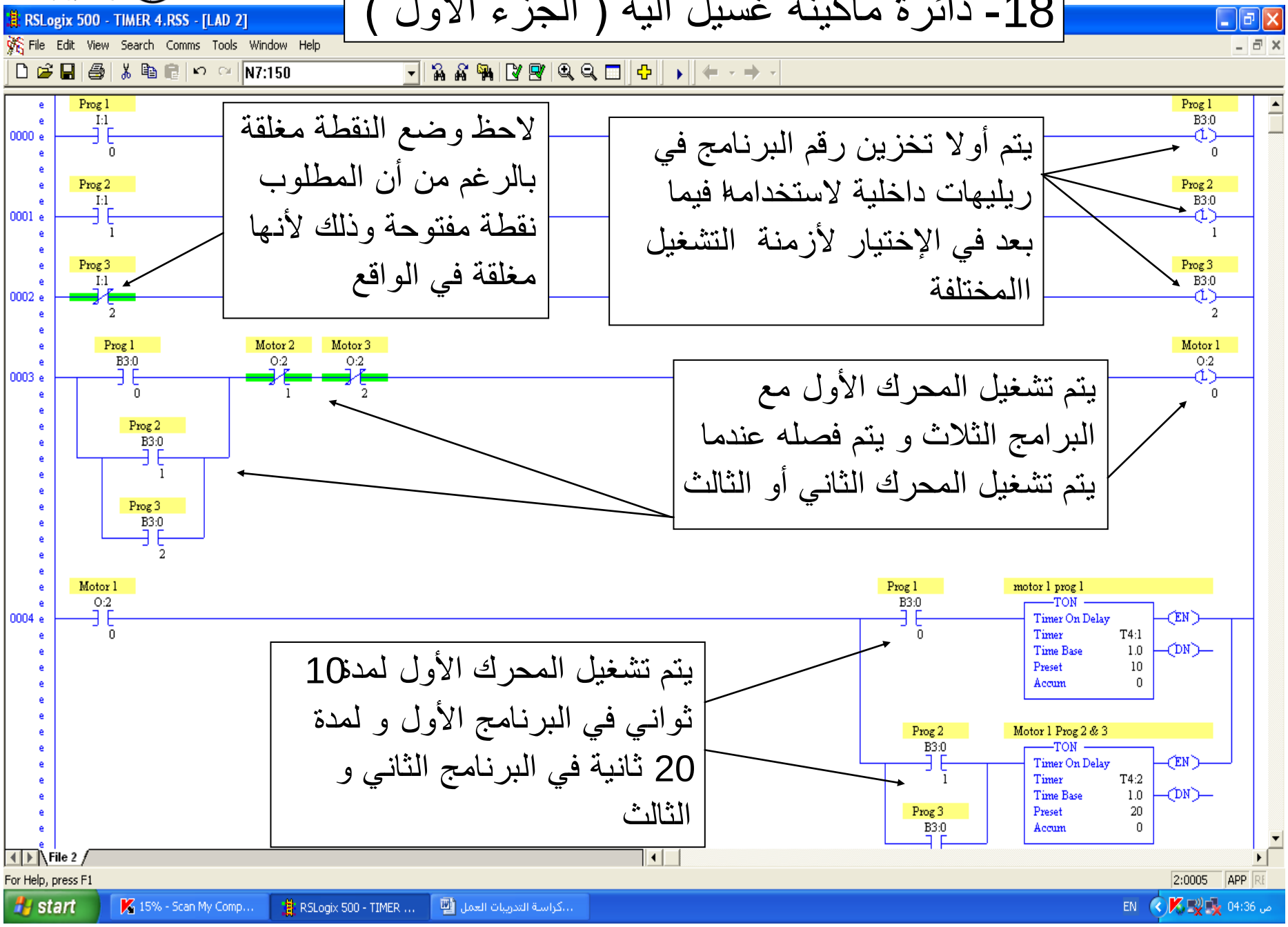
17- دائرة خزان خلط الزيوت (الجزء الأول)



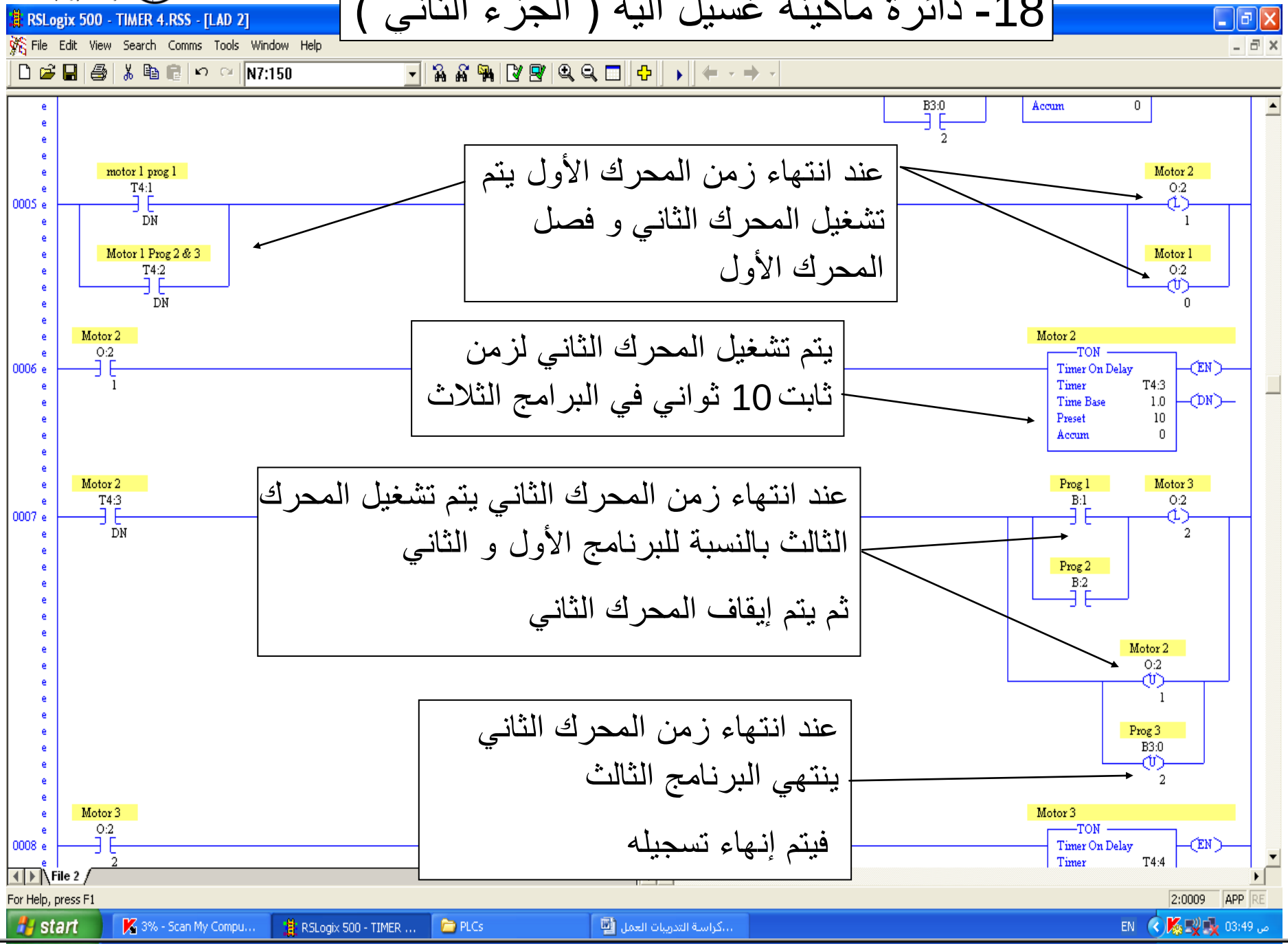
17- دائرة خزان خلط الزيوت (الجزء الثاني



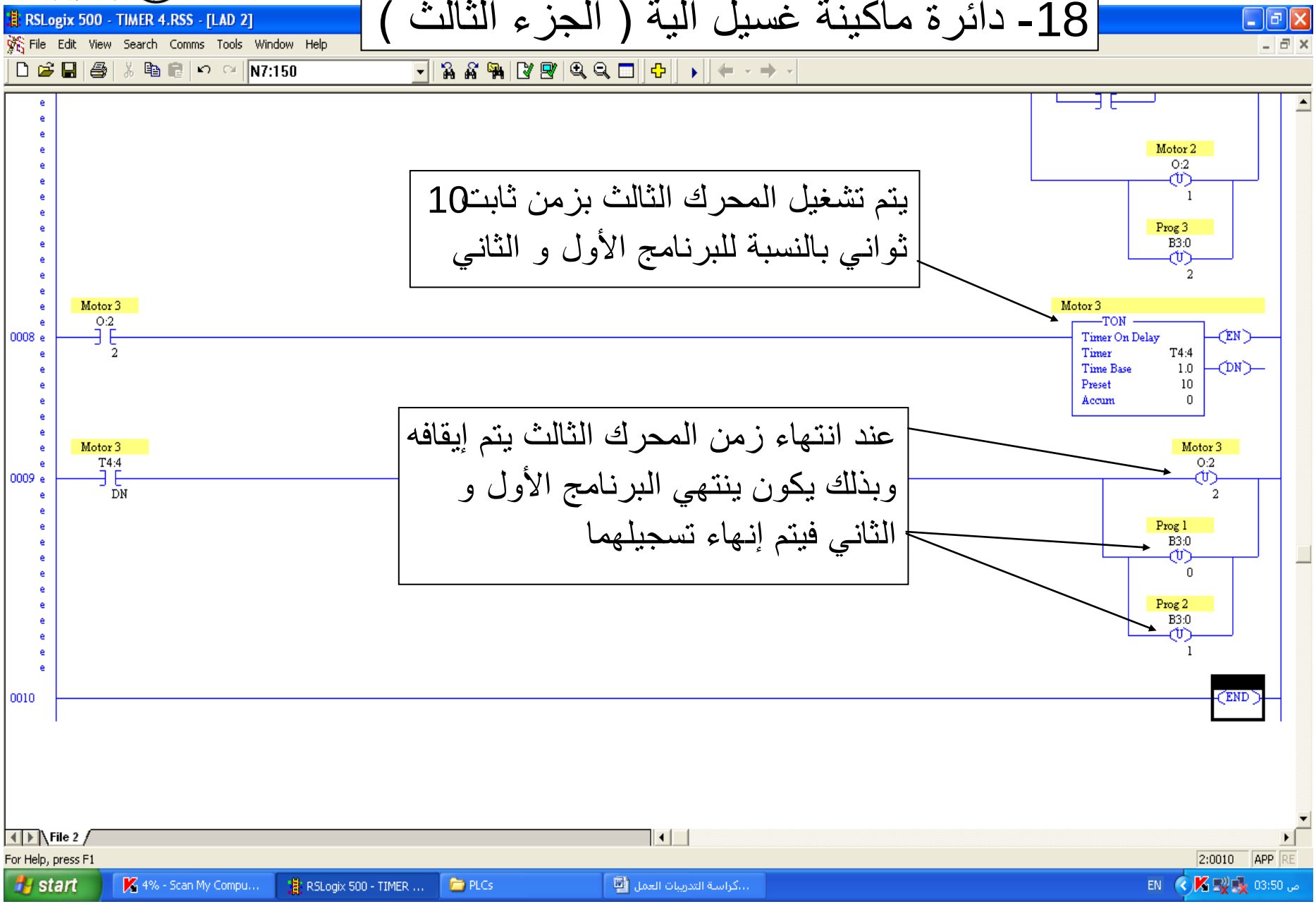
18- دائرة ماكينة غسيل آلية (الجزء الأول)



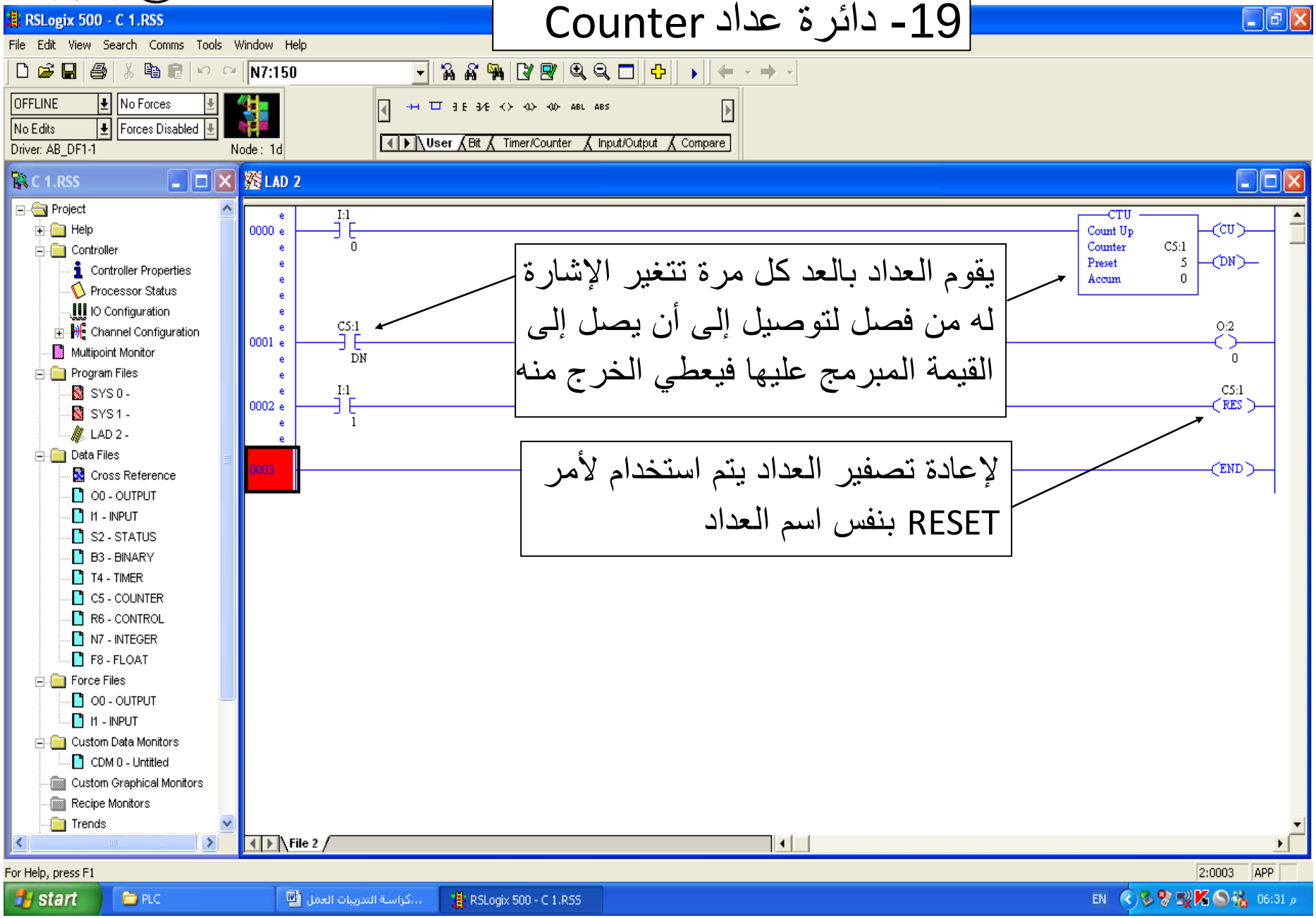
18- دائرة ماكينة غسيل آلية (الجزء الثاني)



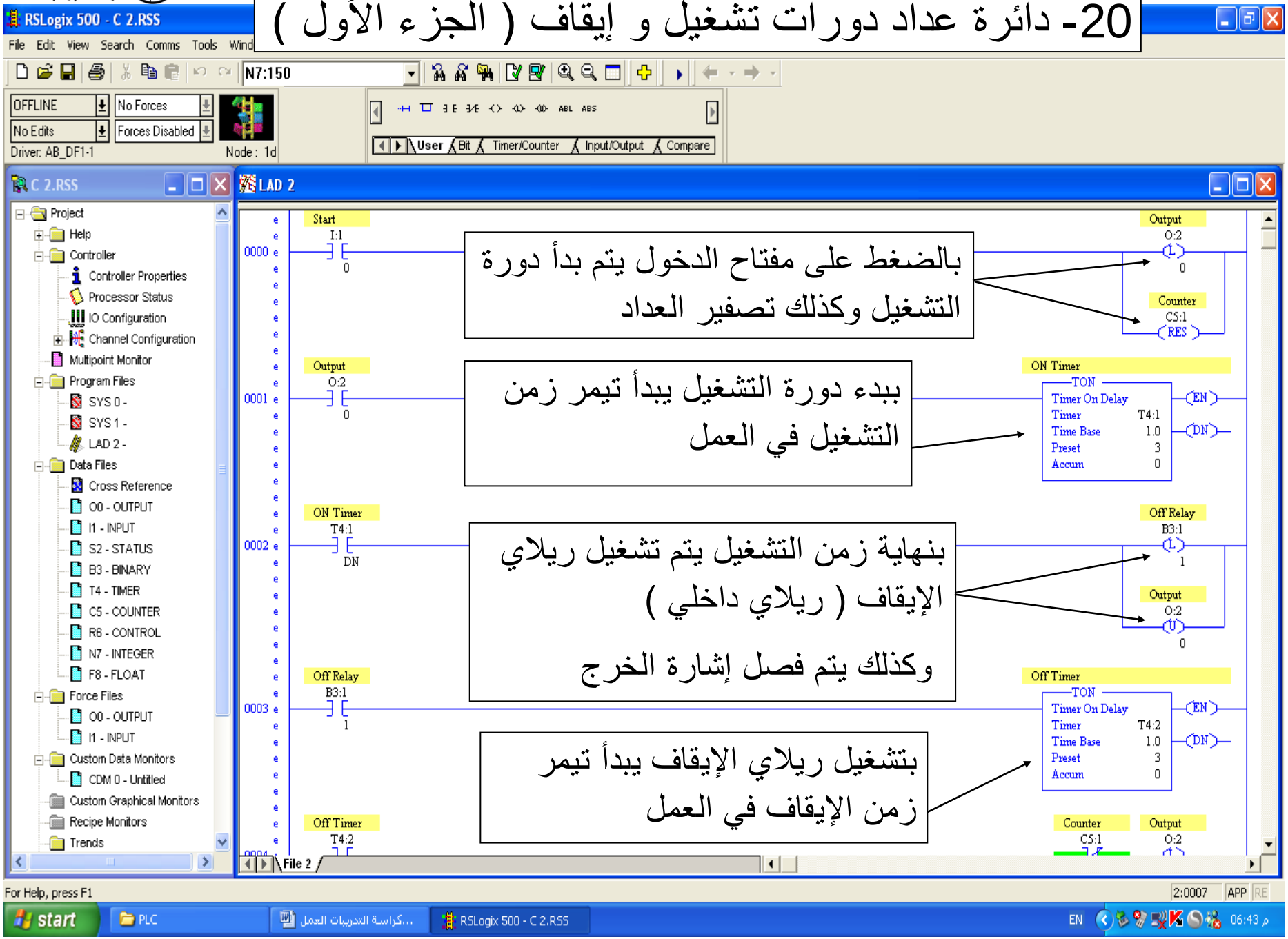
18- دائرة ماكينة غسيل آلية (الجزء الثالث)



19- دائرة عداد Counter



20- دائرة عداد دورات تشغيل و إيقاف (الجزء الأول)



20- دائرة عداد دورات تشغيل و إيقاف (الجزء الثاني)