هندسة التحكم الآلى

Automatic Control Engineering

Basic Control Circuits

إعـداد

مهندس/ أيمن مصطفى النقيب

Rev. 4 (26/7/2010)

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

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 :

١ ـدوائر الربط المباشر بين الدخل و الخرج
٢ ـدوائر المرحلات Relays
٣ ـدوائر 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.

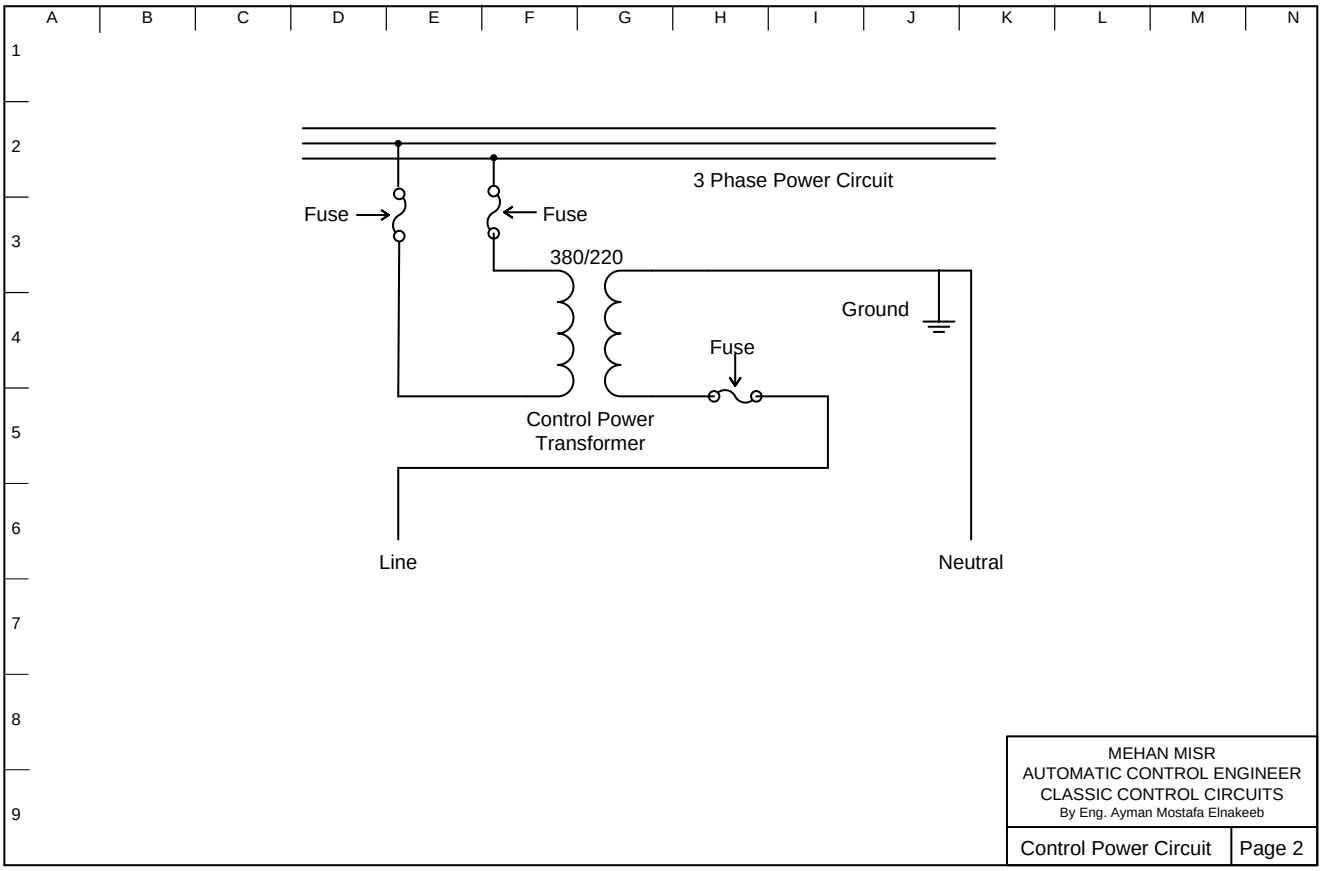
و بالإضافة لتوفير الجهد المناسب إن المحول يقوم بدور آخر هام حيث يقوم بعزل دائرة التحكم عن دائرة القوى و بالتالي يحميها من التغيرات الحادة في الجهد و التيار (الناشئة من دخول و خروج الأحمال) و لهذا السبب قد يستخدم المحول حتى ولو كان جهد دائرة التحكم هو نفس جهد دائرة القوى (ويسمى عندئذ محول عزل).

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

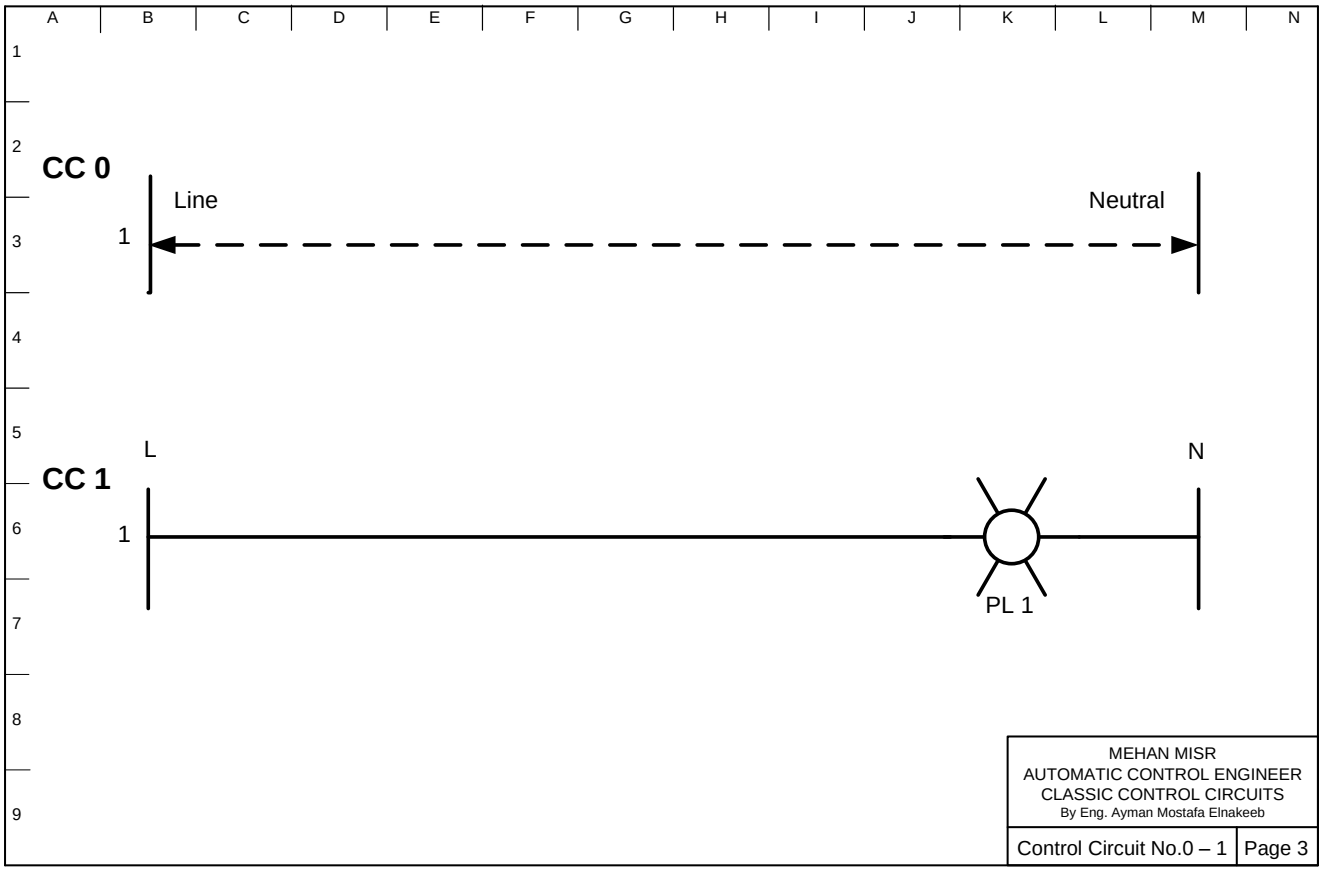
أنها موجودة في كل الدوائر (و سنقوم برسمها بعد ذلك في الدوائر التطبيقية بعد أن يكون المتدرب قد استوعب المنطق الأساسي الموجود في الدوائر الأولية).

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).



خطا التغذية (CC 0) :

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).

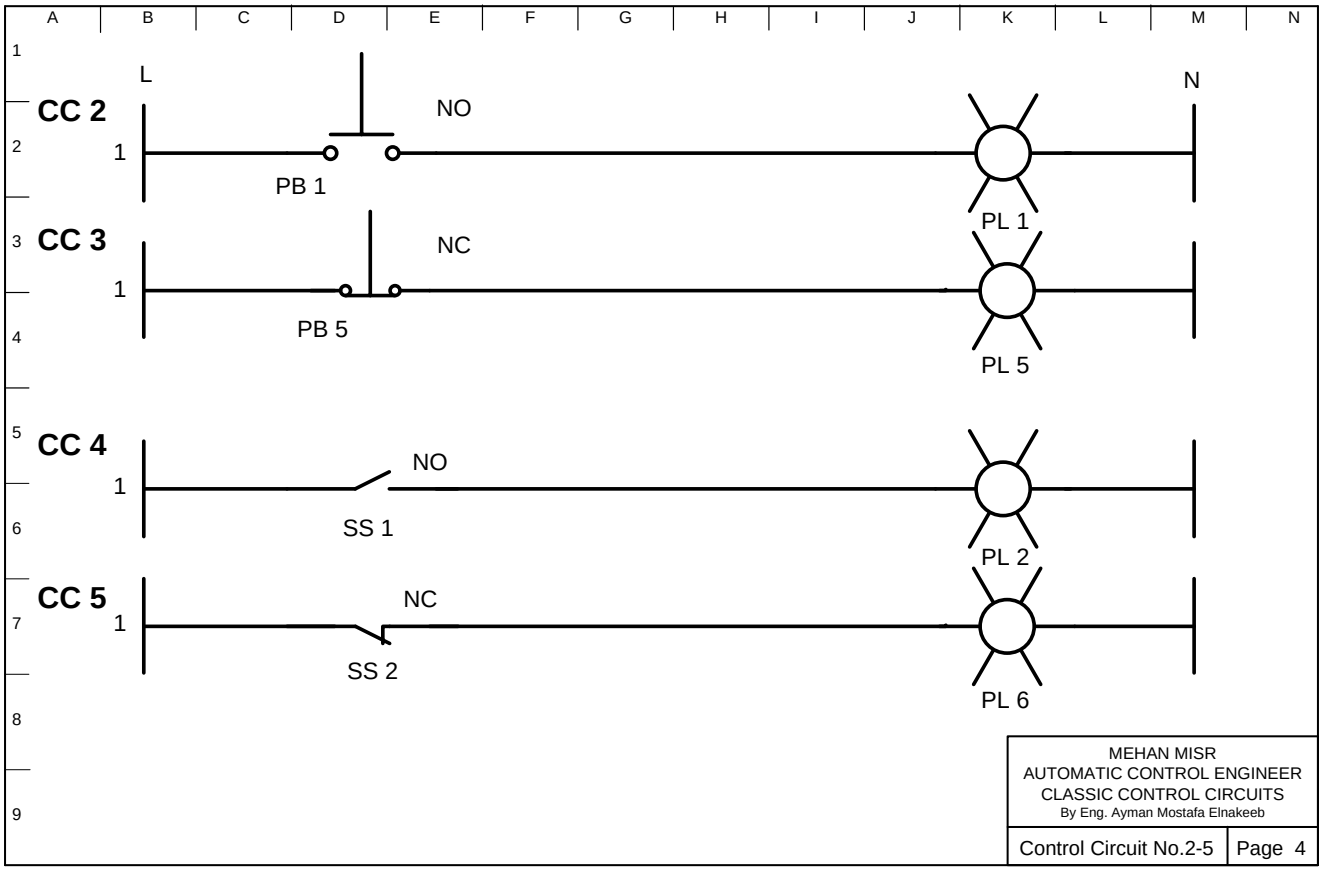
و نشير الآن للمعنى المنطقي لهذا الدائرة فكل دائرة تحكم يمكن تمثيلها بجملة منطقية مثل : (إذ كان { شرط } إذا إفعل { نتيجة }) IF _____THEN_____

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 :

١ -نوع يكون فاصل للكهرباء أصلا و عند تفعيله (بالضغط عليه مثلاً) يقوم بتوصيل الكهرباء و هذا يسمى Normally Open و يرمز له (NO).
٢ -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 :

١ -نوع يعود لوضعه بمجرد زوال المؤثر عليه (مثل مفتاح الجرس المنزلي) و هذا يسمى Push Bottom و يرمز له (PB).
٢ -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).

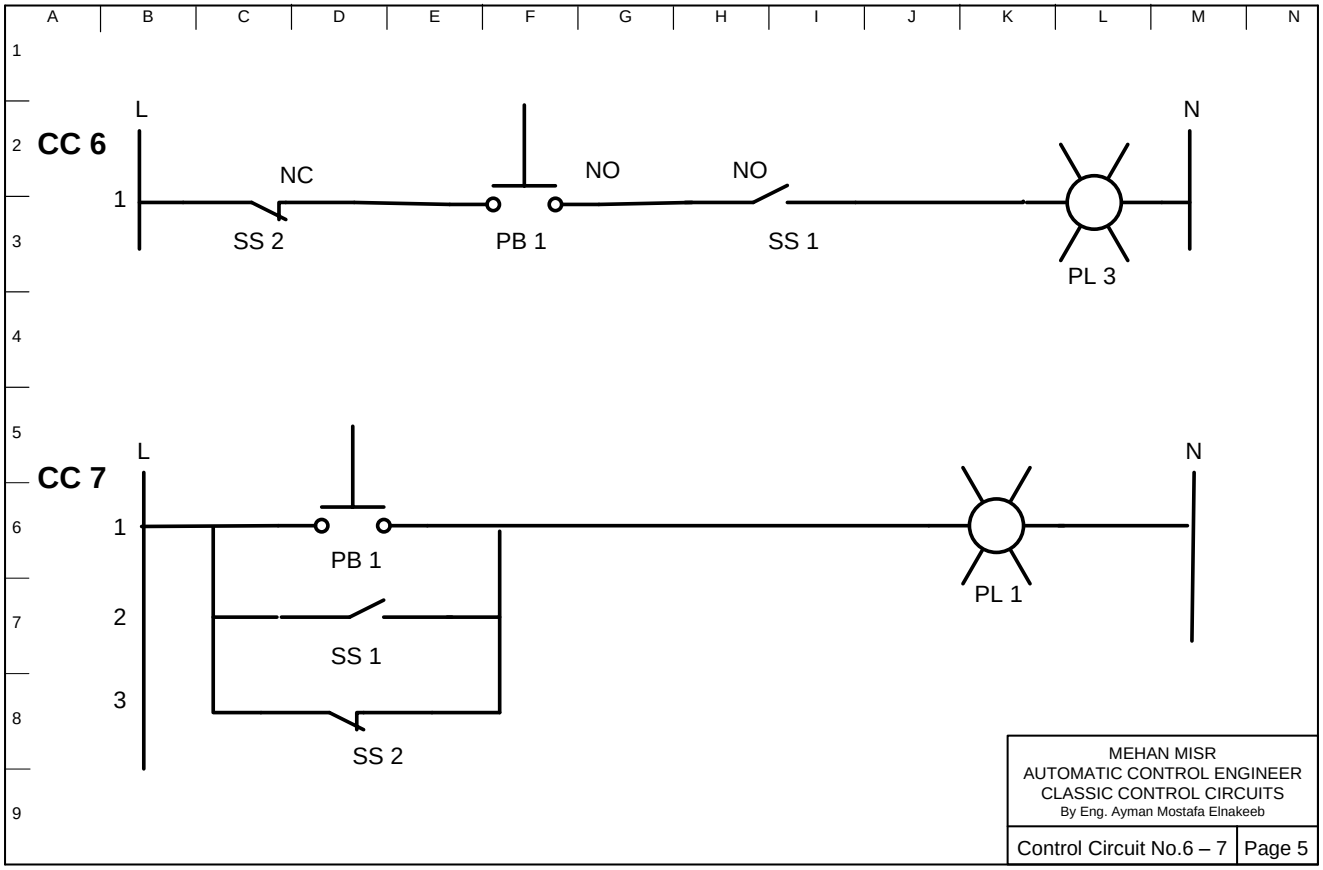
و بجمع هذه الأنواع معا ينشأ لدينا الأربعة انواع السابق ذكرها و هى :

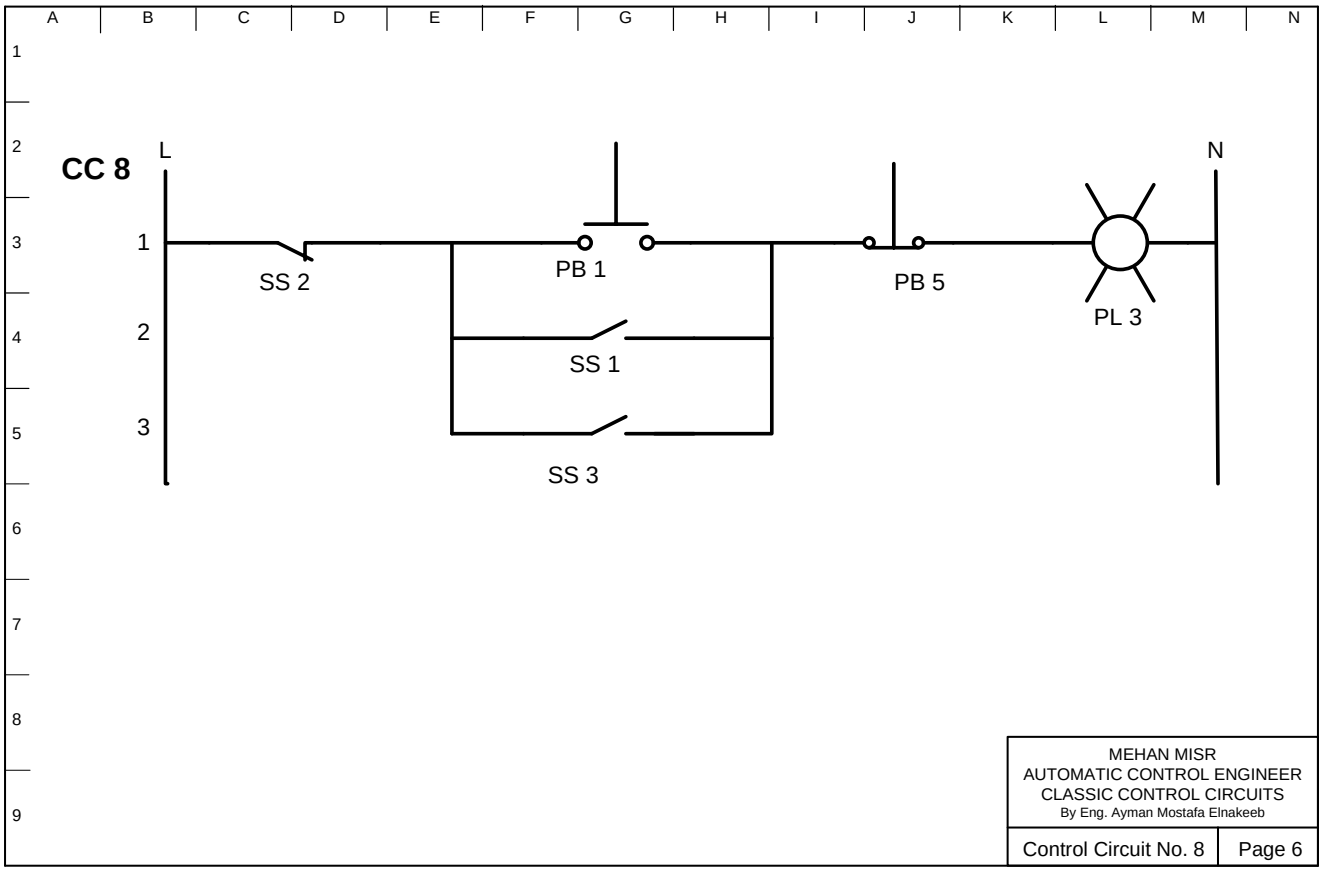
(PB-NO , PB-NC , SS-NO, SS-NC)

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>


A B C D E F G H I J K L M N
1 2 3 4 5 6 7 8 9
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


A B C D E F G H I J K L M N
1 2 3 4 5 6 7 8 9
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 6 CC) أو على التوازي (كما في 7 CC) أو كتركيبة من التوالي و التوازي (كما في 8 CC).

<u>التوصيل على التوالي</u>

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 6 CC مثلا)

IF ((SS2) <u>And</u> (PB1) <u>And</u> (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 (<u>Not</u> (SS2) <u>And</u> (PB1) <u>And</u> (SS1)) Activated Then (PL3) ON

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

<u>التوصيل على التوازي</u>

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) <u>OR</u> (SS1) <u>OR</u> (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.

ملاحظة هامة :

لاحظ أن العلاقة الرئيسية للدائرة السابقة هي التوالي و الجزء التوازي يمكن أن يصفى إلى نقطة واحدة تقع في موقع توالي في الدائرة (فهو إذا توالي في محل توازي !!) و يمكن أن يحدث العكس فتكون الدائرة أصلاً توازي و يحتوي أحد أفرع التوازي على مجموعة نقاط على التوالي (فيكون توالي في محل توازي) و هكذا.

تدريب :

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

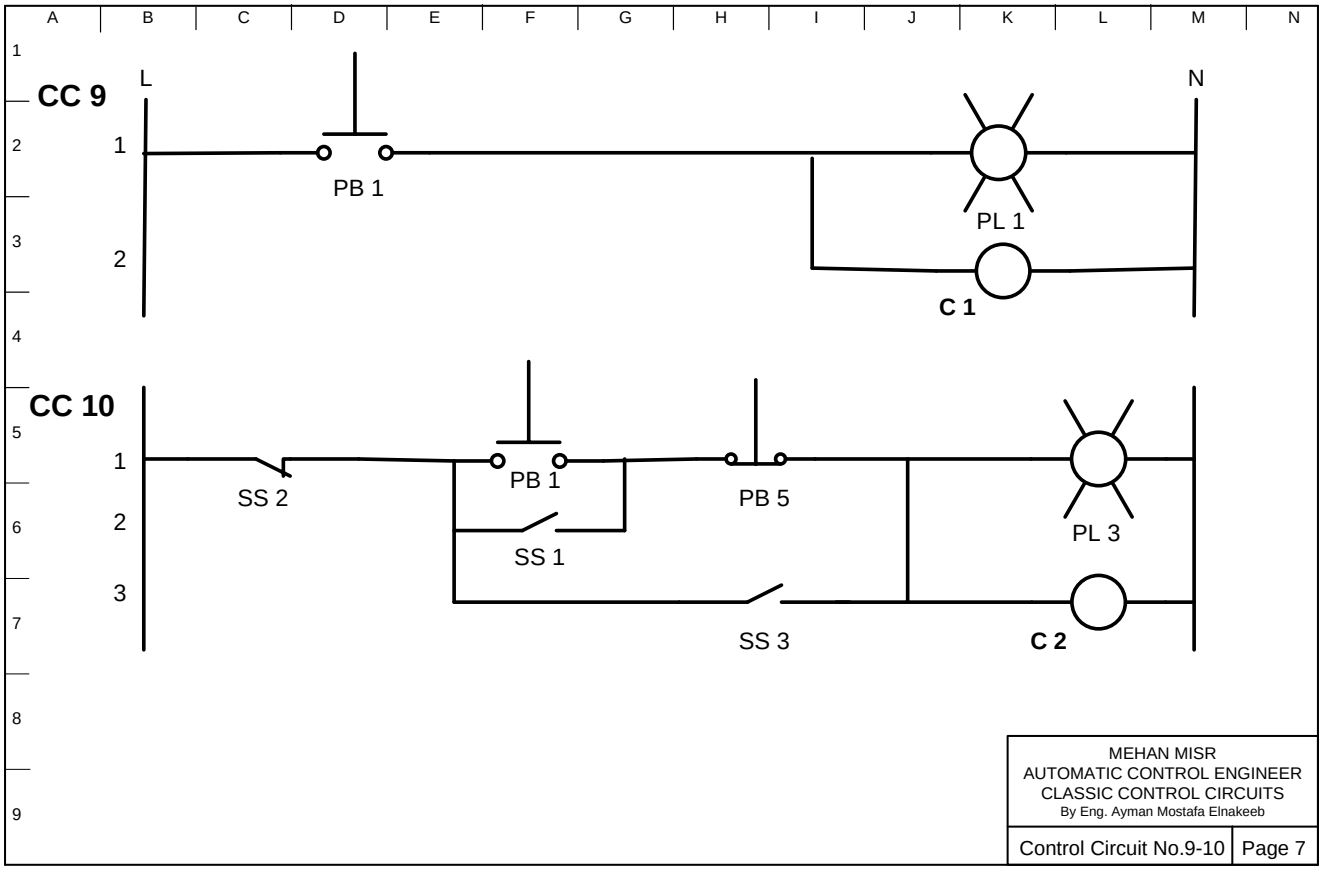
١ -يتم تشغيل لمبة الإشارة (PL1) إذا تم الضغط على (PB1) بشرط أن يكون (مستوى الماء قد بلغ العوامة (FS1) أو لم يصل الضغط لدرجة تفعيل (PS1))
٢ -يتم تشغيل كونتاكتور المحرك (M1) إذا لم تصل الحرارة لدرجة تفعيل (TS1) أو (تم تشغيل مفتاح (SS1) و لم يكن الضغط بلغ (PS1))

٣ -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))

٤ -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)

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



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 تفس 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 مثلاُ) 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).

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 :

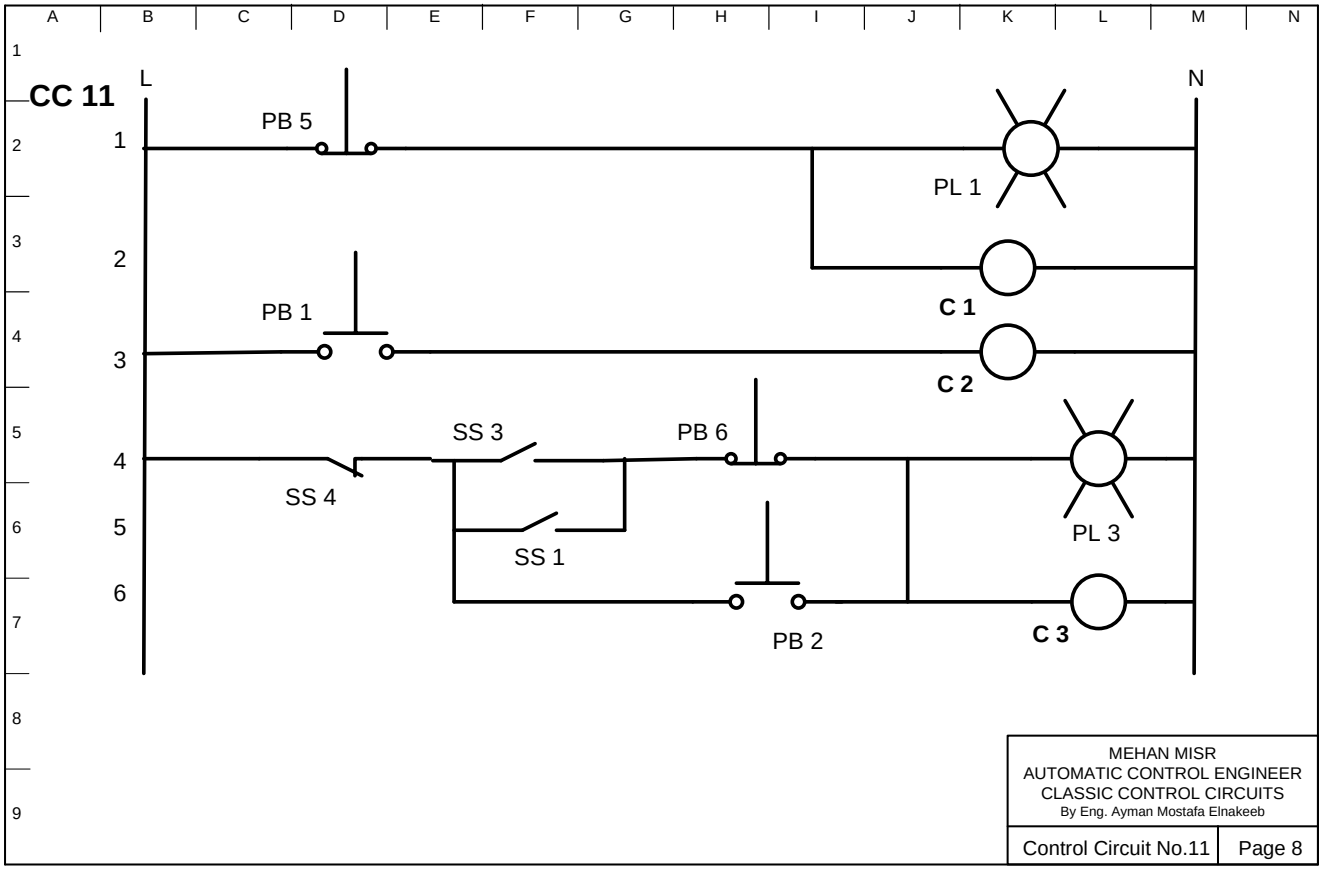
IF (PB1) Closed Then Activate (PL1) <u>And</u> (C1)

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 :

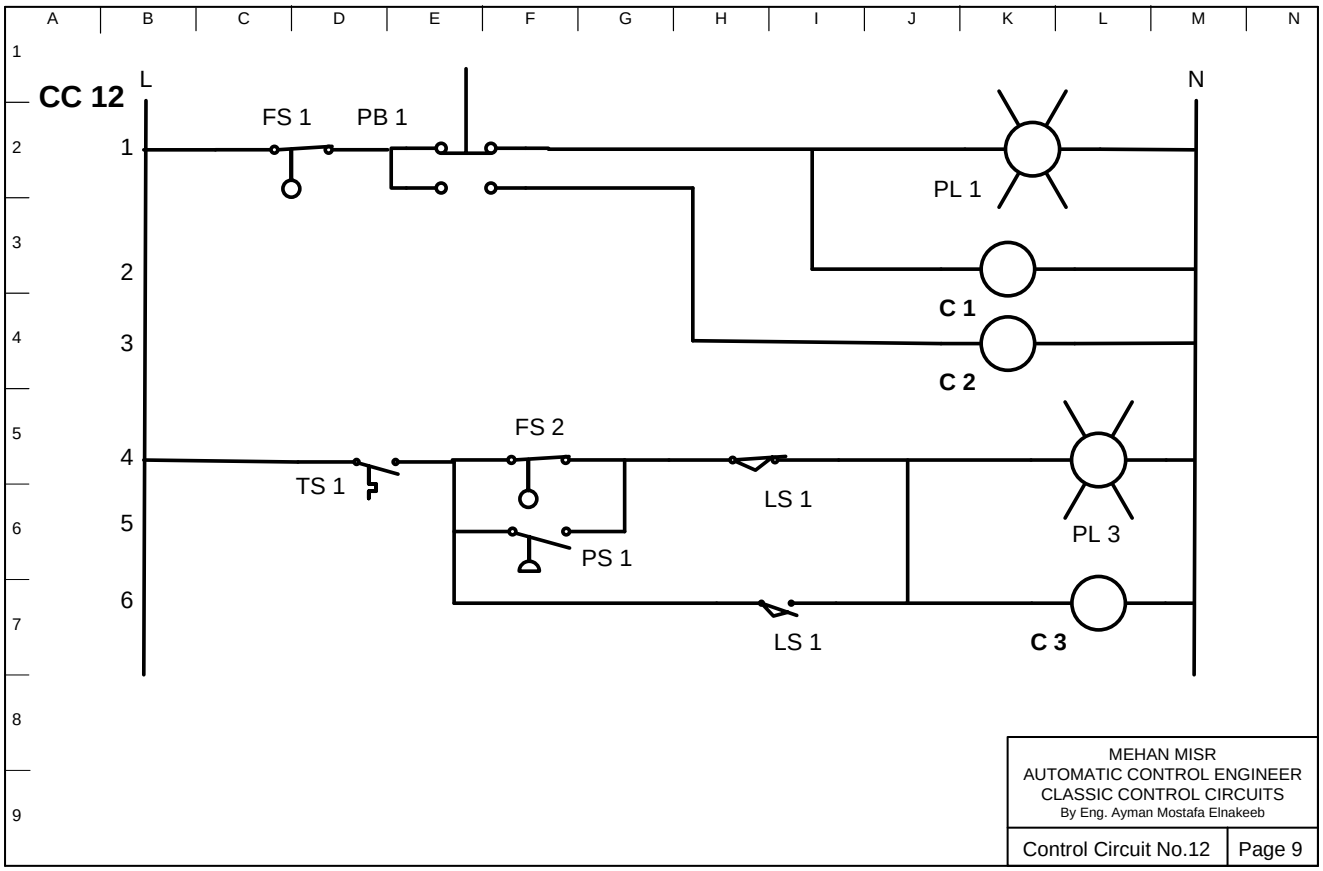
IF Not (SS2) And (((PB1) OR (SS1)) And Not (PB5)) OR (SS3)) Then (PL3) And (C2)

<u>(CC11 – CC12) الدائرة متعددة الخطوط :</u>



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.

لاحظ أن نقاط الدخل يمكن أن تتكرر فى الدائرة (لأن وحدات الدخل فى الواقع قد تحتوي على أكثر من نقطة) أما وحدات الخرج فلا يمكن أن تتكرر لأنها فى الواقع لا تكون إلا واحدة .

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 فى 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 :

١ -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.

٢ -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)

٣ -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

١ -يجب أن تحتوي كل دائرة على خرج واحد على الأقل و يجوز أن لا تحتوي على أي وحدة دخل.

٢ -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.

٣ -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).

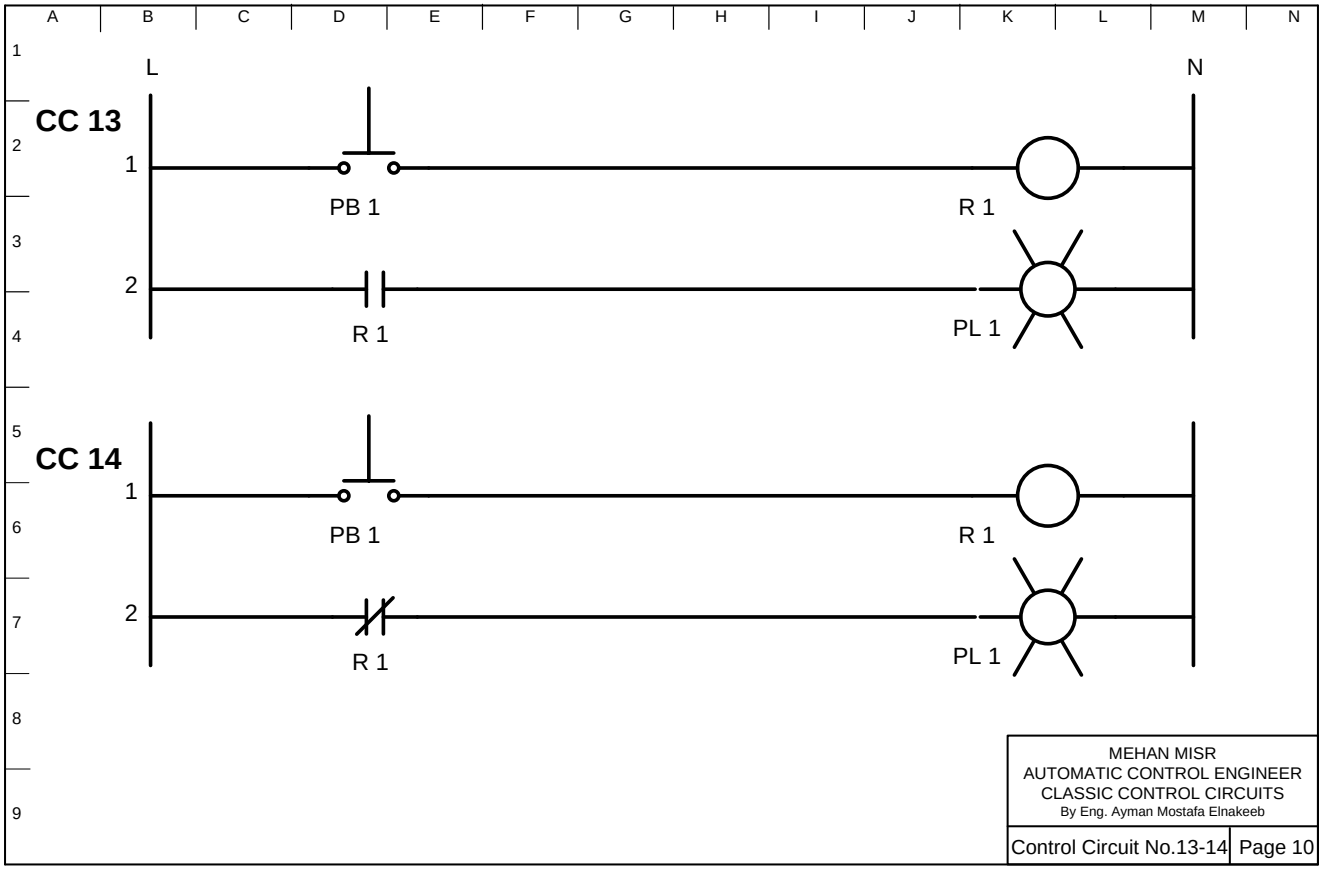
٤ -يمكن توصيل وحدات الخرج معا على التوازي فقط و تكون منطقيا (And).

٥ -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> .

و معنى ذلك أن الريلاي قام بعكس الإشارة القادمة من المفتاح . فالمفتاح بالرغم من أنه NO إلا أنه تصرف كأنه NC و الآن إذا افترضنا أن المفتاح PB1 مغلق طبيعياً NC و وضعناه مع نقطة مغلقة من الريلاي NC فعندئذ سيتصرف المفتاح كأنه مفتوح طبيعياً NO و ذلك لأن المفتاح المغلق سيؤدي إلى عمل الريلاي و بالتالي فتح نقطة الريلاي المغلقة و عدم عمل لمبة الإشارة و عند الضغط على المفتاح تفصل النقطة و بالتالي يفصل الريلاي و بالتالي تعود نقطة الريلاي مغلقة و بالتالي تعمل لمبة الإشارة و هذا هو أداء المفتاح المفتوح طبيعياً منطقيا نفي النفي = إثبات(-- = +) و هذا ما يسمى <u>و ظيفة العكس المنطقي للريلاي</u> .

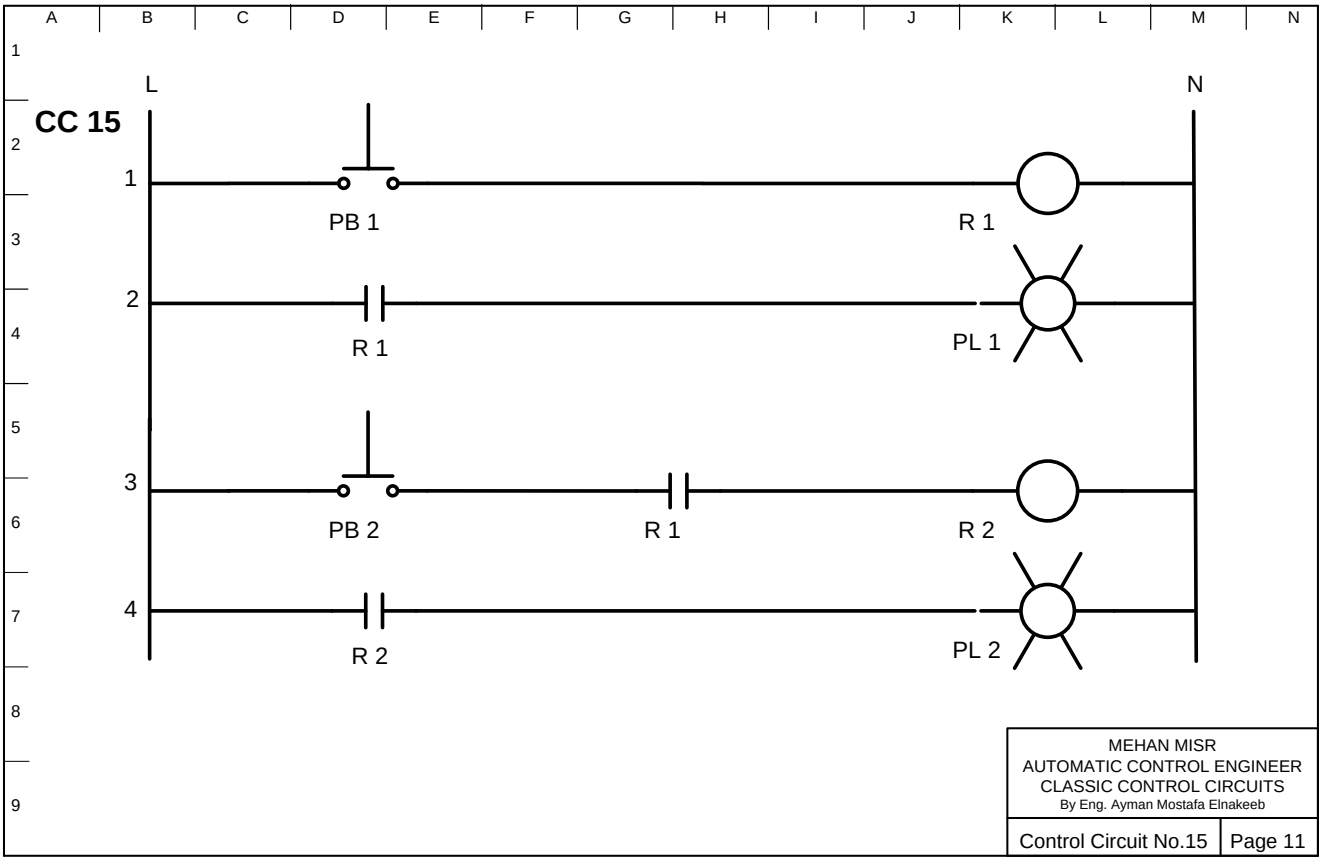
ملاحظة :

عند كتابة الجملة المنطقية للدائرة الثانية (المحتوية على نقطة تلامس الريلاي) فإنه يمكن ان يتم التعويض عن النقطة بقيمة (الجملة المنطقية) لملف الريلاي و بذلك يكون الريلاي قد ضمن دائرة داخل دائرة ثانية أو رحل شرط دائرة ليدخل كشرط في الدائرة الثانية !

IF (PB1) Then (R1) & IF (R1) Then (PL1) >> IF (PB1) Then (PL1)

IF (PB1) Then (R1) & IF Not (R1) Then (PL1) >> IF Not (PB1) Then (PL1)

(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)

و بالتعويض يمكننا أن نرى أن الجملة المنطقية ل PL2 هي :

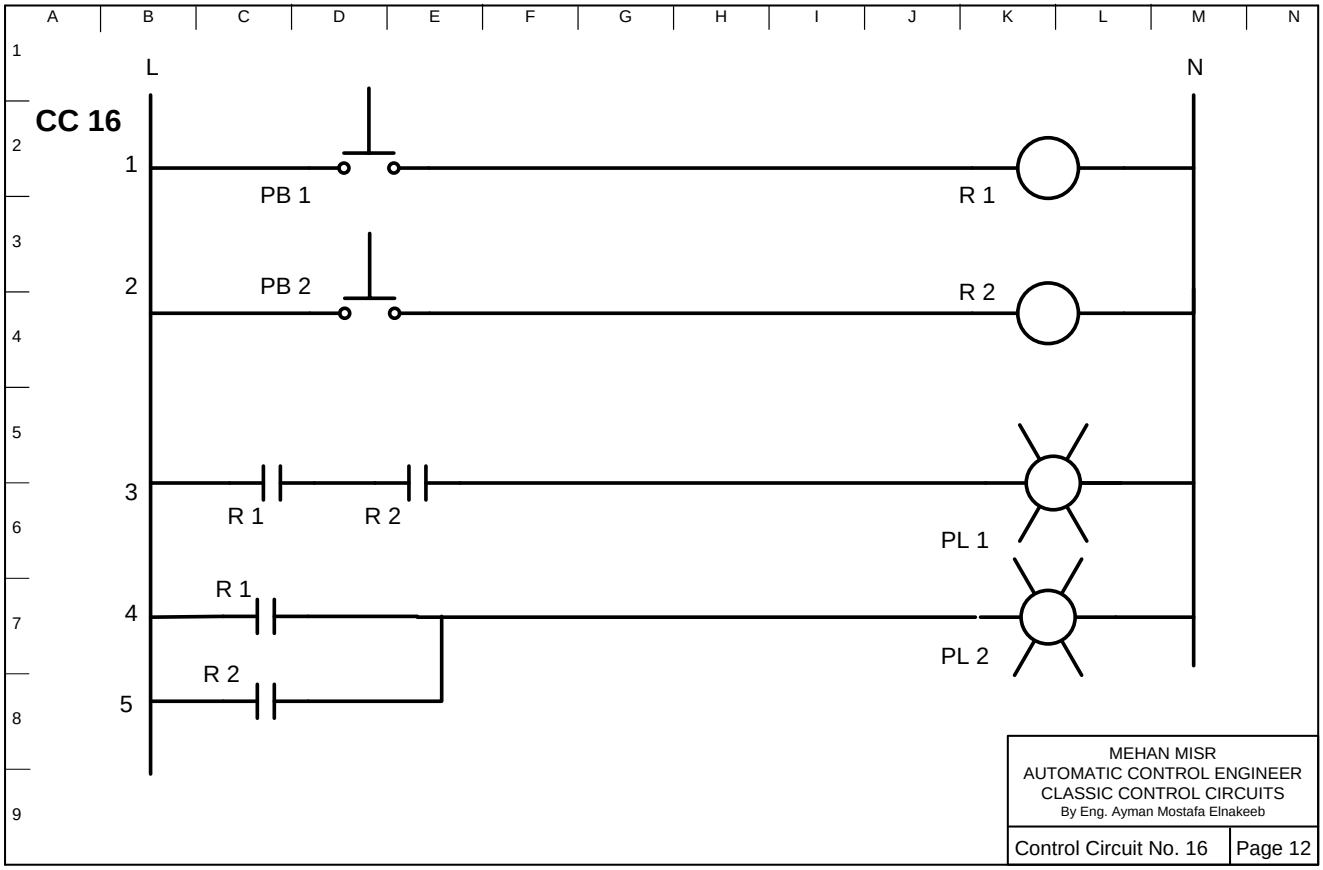
IF (PB2) And (PB1) Then (PL2)

(CC16) الربط متعدد التأثير و التأثر :

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 أكثر 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 التأثير و التأثر يؤثر (R1) الموجود في الخط الأول في نقاط التلامس في الخط (L3) و (L4) و كذلك يؤثر (R2) الموجود في الخط الثاني في نقاط التلامس في الخط (L3) و (L5)

ملاحظة هامة جداً

تبين هذه الدائرة وظيفة من أهم وظائف الريلاي ألا و هي وظيفة العزل المنطقي لأن لدينا 2 بوش بوتن (PB1 – PB2) و نريد أن نضعهما في جملتين منطقيتين مستقلتين (توالي في جملة PL1 و توازي في جملة PL2) بدون أن يحدث تداخل بين الجملتين بل تظلان مفصولتان (و هو ما يسمى العزل المنطقي) و هذا لا يمكن تنفيذه بدون ريلاي فهو الذي يقوم بترحيل الشرط لأكثر من جملة مختلفة مع فصلهم منطقياً عن بعضهم البعض !!

وتعرض (CC17) نموزج لدائرة متعددة المراحل – متعددة التأثير – متعددة التأثر 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 (CC17) :

1- IF (PB1) Then (R1)

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

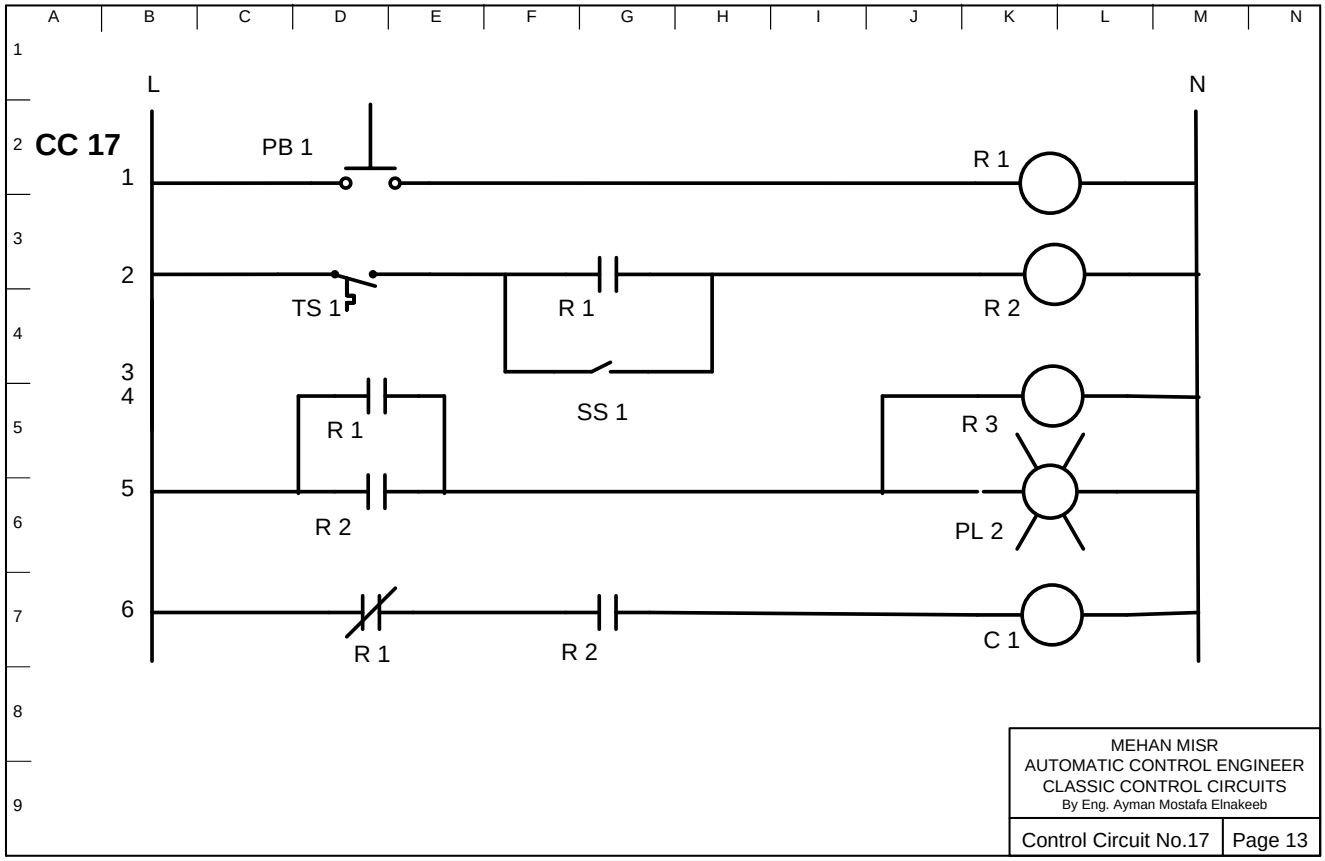
5- IF (R1) OR (R2) Then (R3) And (PL2)

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

لاحظ كيف انتقلت الشروط (رحلت) لأكثر من خط (زيادة عدد النقاط) مع فصل الخطوط منطقياً (العزل المنطقي) مع قلب الإشارة (في الخط الأخير) و كل ذلك من وظائف الريلاي !!

ملاحظة هامة :

يقوم الريلاي بترحيل الشروط الموجودة على ملفه لجميع نقاطه فإذا أردنا وضع شرط على نقطة معينة (واحدة فقط) في الريلاي دون باقي النقاط فعندئذ نضع الشرط متصلاً بالنقطة المطلوبة وليس بالملف حتى لا يؤثر على باقي نقاط الريلاي .



تدريبات :

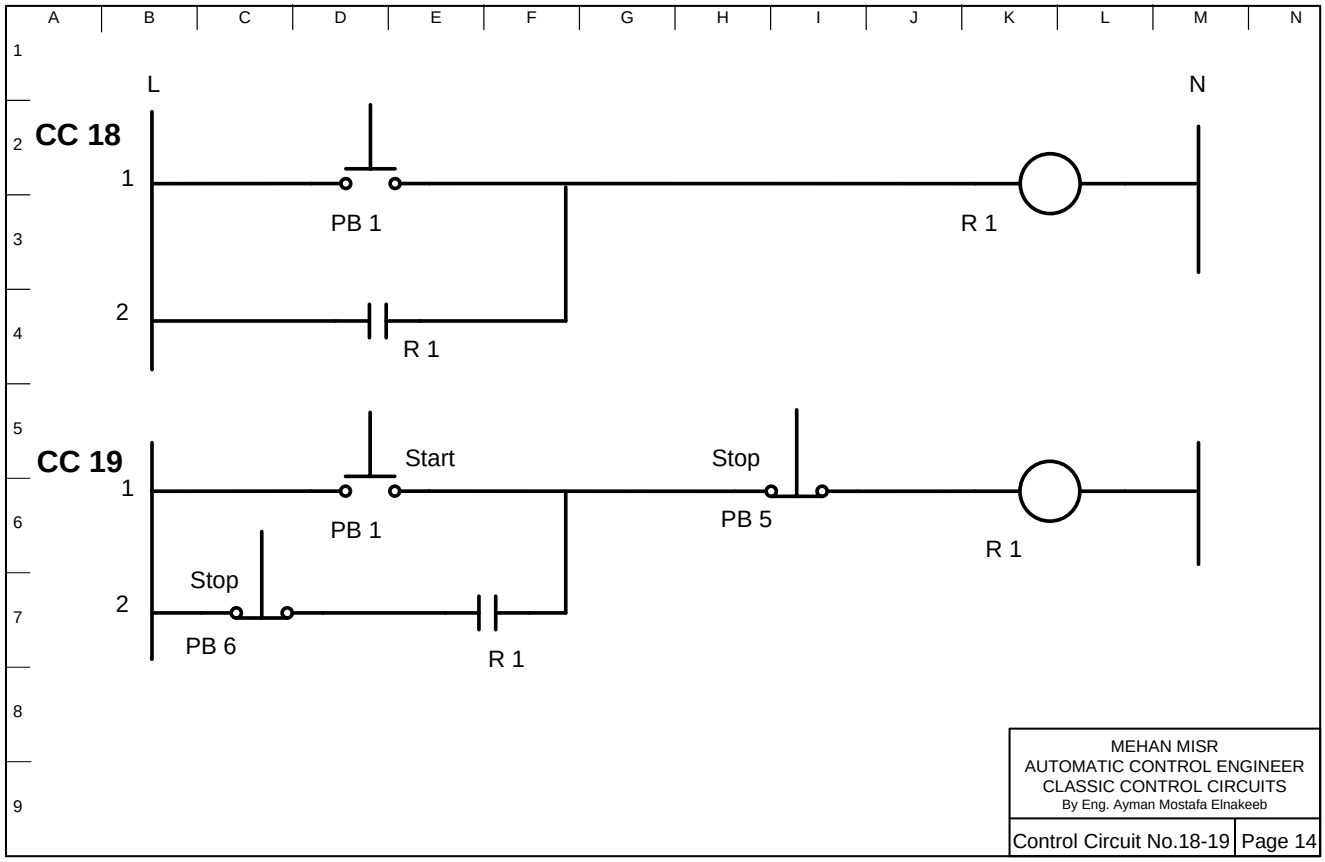
أكتب الجمل المنطقية و ارسم الدوائر المعبرة عنها لتحقيق الاغراض الآتية :

١ -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)).

٢ -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).

٣ -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).

(CC18 – CC19) 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 (CC18) 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 (CC19)) :

١ -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).
٢ -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) أي تحولها من إشارة لحظية إلى إشارة ثابتة 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 .

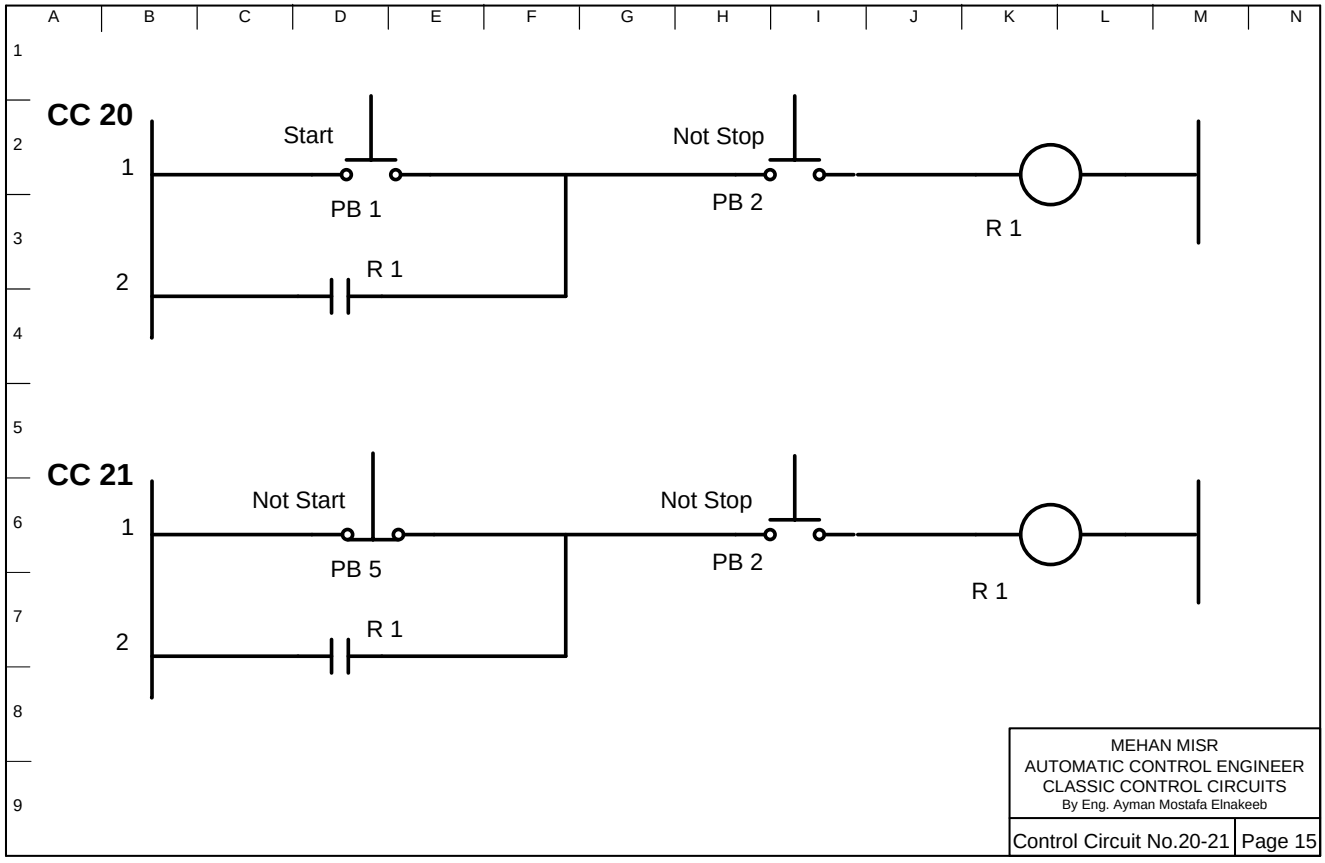
(CC20 – CC21) إشارات الإيقاف و التشغيل المعكوسة :

عرفنا مما سبق لأن إشارة التشغيل هي الإشارة التي تصل للدائرة لحظياً فتعمل الدائرة و تظل تعمل حتى بعد زوالها (و يكون ذلك بدخول نقطة الحفظ بدلاً منها) فهي إذاً لابد أن تكون في وضع توازي مع نقطة الحفظ (حتى تحل محلها) . بينما إشارة الإيقاف هي الإشارة التي تصل للدائرة فتوقفها و تستمر متوقفة حتى بعد زوالها (إلى أن تصل إشارة تشغيل جديدة) فهي إذاً لابد أن تكون في وضع توالي مع نقطة الحفظ (حتى تقطع التيار عنها).

و الأصل أن تكون نقطة التشغيل مفتوحة NO و نقطة الإيقاف مغلقة NC و لكن قد يحدث العكس في بعض التطبيقات . ففي الدائرة CC20 نموزج لإشارة إيقاف معكوسة Not Stop فالمفتاح PB2 يجب أن يفعل (يضغط عليه) حتى يصير مغلق (و هو الوضع الطبيعي لمفتاح الإيقاف) و بالتالي يمكن تشغيل الدائرة بعد ذلك (عن طريق مفتاح التشغيل) و لاحظ أن مجرد الضغط على PB2 لا يؤدي لتشغيل الدائرة بل فقط يجعلها قابلة للتشغيل عن طريق مفتاح التشغيل (أي يزيل إشارة الإيقاف التي تمنع تشغيل الدائرة) و حتى لو فرضنا أن إشارة التشغيل كانت موجودة بشكل مستمر (PB1 مضغوط) فإن الضغط على PB2 وإن كان سيؤدي لتشغيل الدائرة (لزوال إشارة الإيقاف

مع وجود إشارة التشغيل) إلا أن الدائرة ستفصل مباشراً بمجرد فصل المفتاح PB2 و لن تستمر في العمل (كما كان ينبغي أن تتصرف لو كان PB2 مفتاح تشغيل !) و بالتالي فالمفتاح PB2 هو قطعاً مفتاح إيقاف و ليس مفتاح تشغيل (يمكن معرفة ذلك ببساطة بملاحظة أنه يقع في الدائرة على التوالي مع نقطة الحفظ) إلا أن أداءه هو عكس أداء مفتاح الإيقاف الطبيعي فبينما يضغط على مفتاح الإيقاف (تأتي الإشارة) لإيقاف الدائرة فهذا المفتاح يجب أن يضغط عليه (أن تأتي الإشارة) لكي لا تتوقف الدائرة ! و لذلك فهو مفتاح لإيقاف معكوس Not Stop .

و الحقيقة أن فهم وظيفة هذا المفتاح لا تكون واضحة إذا كان مفتاح ضغط Pushbutton كما في الدائرة و لكن إذا تخيلنا أن هذا المفتاح موجود في أي وحدة من وحدات الإحساس (مفتاح حدي – عوامة – مفتاح إرتفاع الضغط ...) فإن الأمر عندئذ يكون مفهوم تماماً إذ يكون لابد من تفعيل هذا الحساس (الضغط على المفتاح الحدي – زيادة مستوى الماء عن العوامة – إرتفاع الضغط ...) لكي تقبل الدائرة التشغيل و تفصل الدائرة بمجرد زوال التفعيل عن هذا الحساس !.



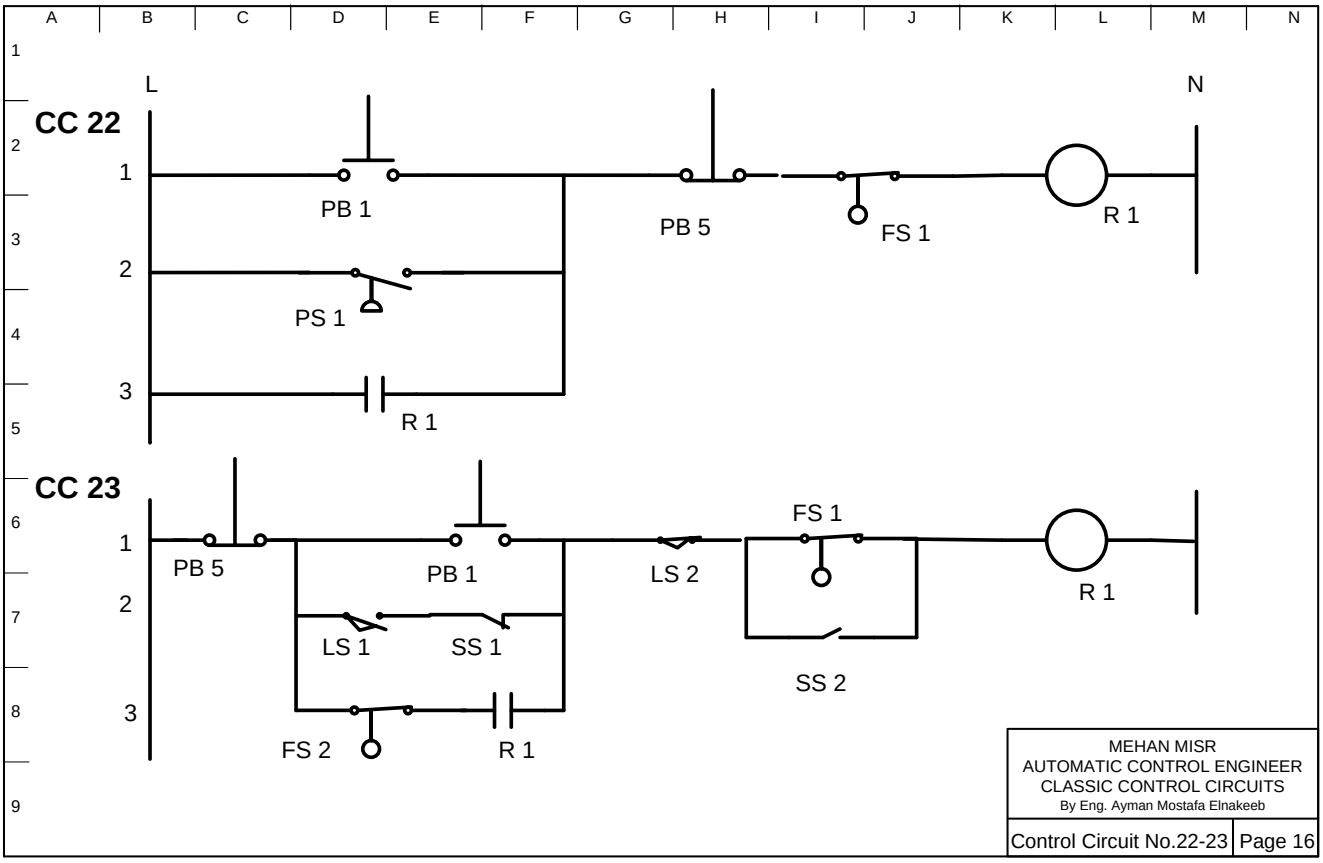
و الدائرة CC21 تعرض لنموذج مفتاح تشغيل معكوس Not Start فهذا المفتاح NC و هو عكس ما ينبغي أن يكون عليه مفتاح التشغيل الطبيعي و بالتالي فهو يعطي إشارة تشغيل للدائرة بشكل مستمر

و لفصل هذه الإشارة يجب الضغط عليه و يلاحظ هنا أن الدائرة تستمر في العمل بعد فصل إشارة التشغيل (الضغط على PB5) هذا إذا لم تكن هناك إشارة إيقاف (يجب أن يكون PB2 مضغوط أصلاً حتى تزول إشارة الإيقاف و يمكن تشغيل الدائرة) و بما أن الدائرة تستمر في العمل بعد زوال إشارة PB5 (الضغط عليه) فهو إذا مفتاح تشغيل (و يمكن معرفة ذلك ببساطة بملاحظة أنه يقع في الدائرة على التوازي مع نقطة الحفظ) إلا أن أداءه هو عكس أداء مفتاح التشغيل الطبيعي فينما يضغط على مفتاح التشغيل لتبدأ الدائرة في العمل ثم يترك لتزول إشارة التشغيل فهذا المفتاح يعطي إشارة التشغيل بشكل مستمر و يضغط عليه لتزول الإشارة و لذلك فهو مفتاح تشغيل معكوس .

لاحظ أنه لاختبار هذه الدائرة و التأكد من وظائف المفاتيح فيها يجب أن نبدأ بالضغط على كلى المفتاحين PB5 و PB2 لتعود الدائرة للوضع الطبيعي ثم يترك المفتاح PB5 ليعطي إشارة التشغيل ثم يضغط عليه لتزول الإشارة (و يلاحظ استمرار الدائرة في العمل) ثم يترك المفتاح PB2 ليعطي إشارة الإيقاف ثم يضغط عليه لتزول الإشارة (و يلاحظ استمرار الدائرة في الفصل) إلى أن تأتي إشارة تشغيل جديدة (بترك PB5) و هكذا .

وكما ذكرنا لا يمكن فهم وظيفة هذه الدوائر المعكوسة إلا إذا ادركنا أن إشارات التشغيل و الإيقاف لن تكون من مفاتيح ضغط PushButton (إذ ليس من المنطقي أن يقف العامل ضاغطا على المفاتيح طول الوقت لتكون الدائرة في وضع طبيعي !) و إنما ستكون هذه الإشارات قادمة من وحدات إحساس في المعدة بل ربما تون هذه الإشارات قادمة من دوائر اخرى كما سنرى فيما بعد و الدائرة CC26 و CC27 تحتويان على نماذج لهذه المفاتيح المعكوسة توضح عملها و الحاجة إليها .

(CC22 - CC23) 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 :

١ ـ 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).

٢ ـ 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 (CC22) 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 على التوالي إلا أن الدائرة قد تكون من التعقيد بحيث لا يظهر هذا الامر كما في (CC23) 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 (توالي في محل توازي) .

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

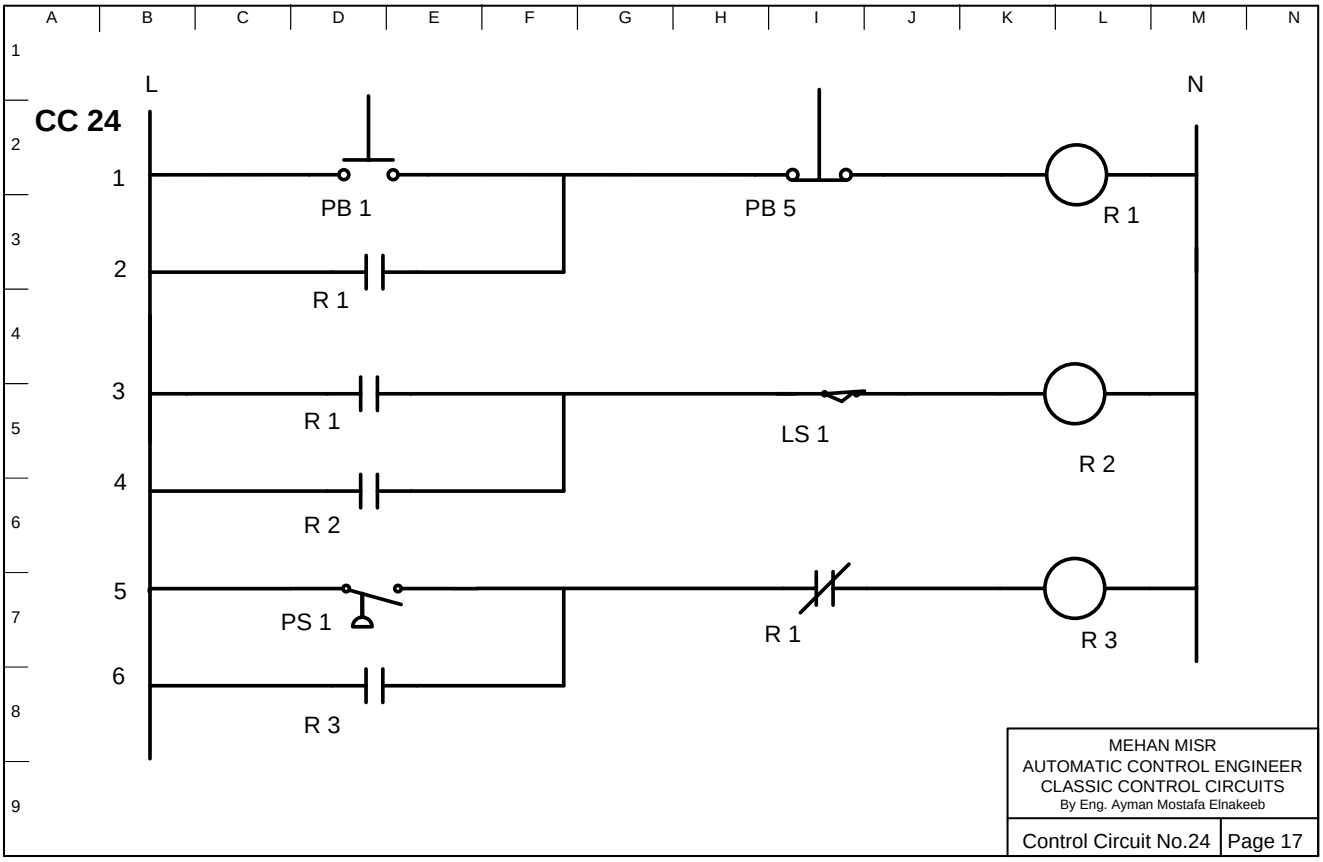
ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح في الجملة المنطقية المعبرة عن الدائرة :

IF Not (PB5) And ((PB1) OR <u>((LS1) And Not (SS1))</u> OR (Not (FS2) And (R1)) And Not (LS2) And <u>(Not (FS1) OR Not (SS2))</u> 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.

(CC24) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة الخطوط (الدوائر) :

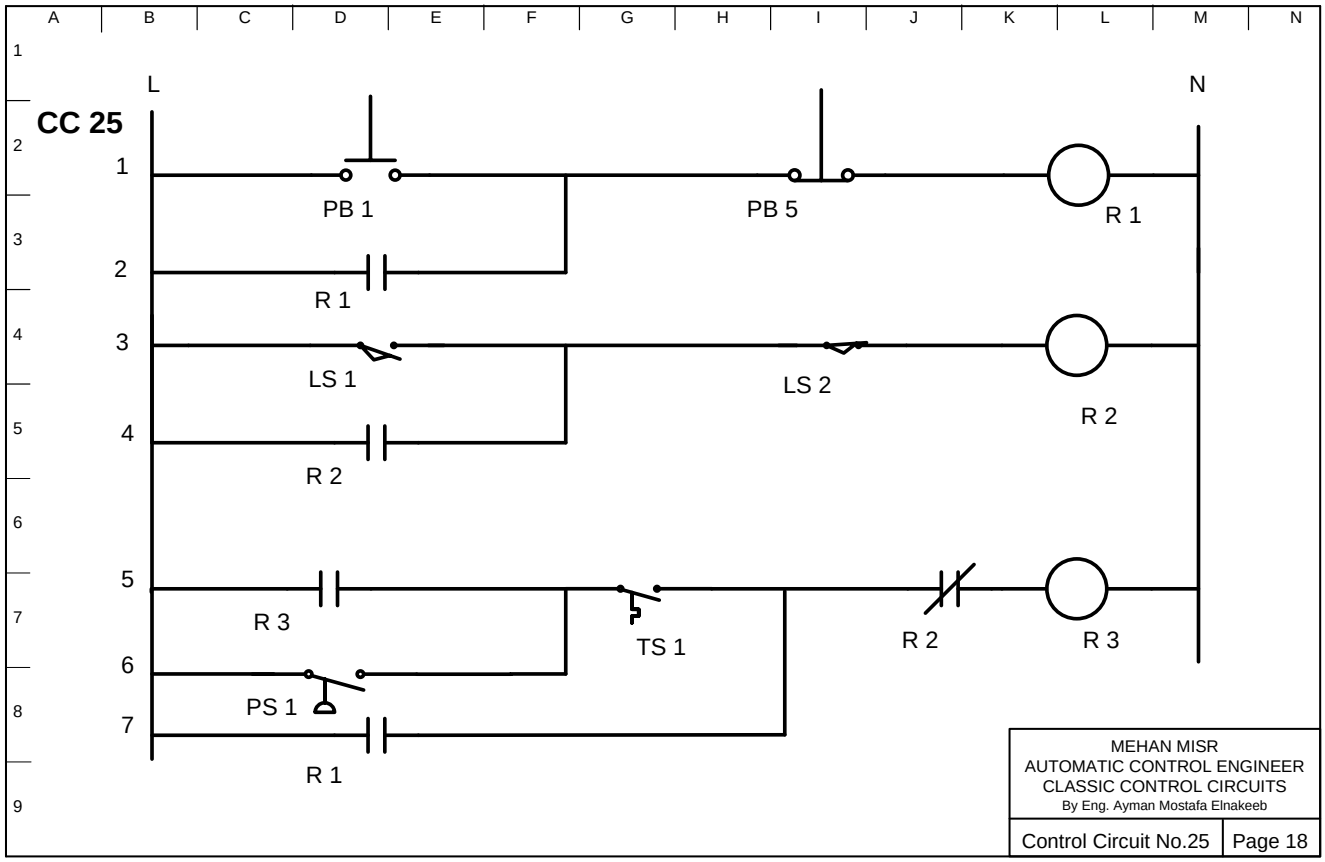


بعد فهمنا دائرة (التشغيل – الإيقاف) يمكننا الأن أن نصنع دائرة تحتوي على أكثر من خط (دائرة) تشغيل – إيقاف . وهذه الخطوط (الدوائر) قد تكون مستقلة بمعنى أنه لا تاثير لأي خط على الآخر و هذا لا إشكال فيه فهي مجموعة من الدوائر المستقلة ذات تغذية واحدة. وقد تكون هذه الدوائر مرتبطة يؤثر بعضها في بعض. وهذا التأثير 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 (CC24) 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).

(CC25) 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 (CC24) كانت نموذج لتأثير متعدد حيث يؤثر (R1) في (R2)و(R3).

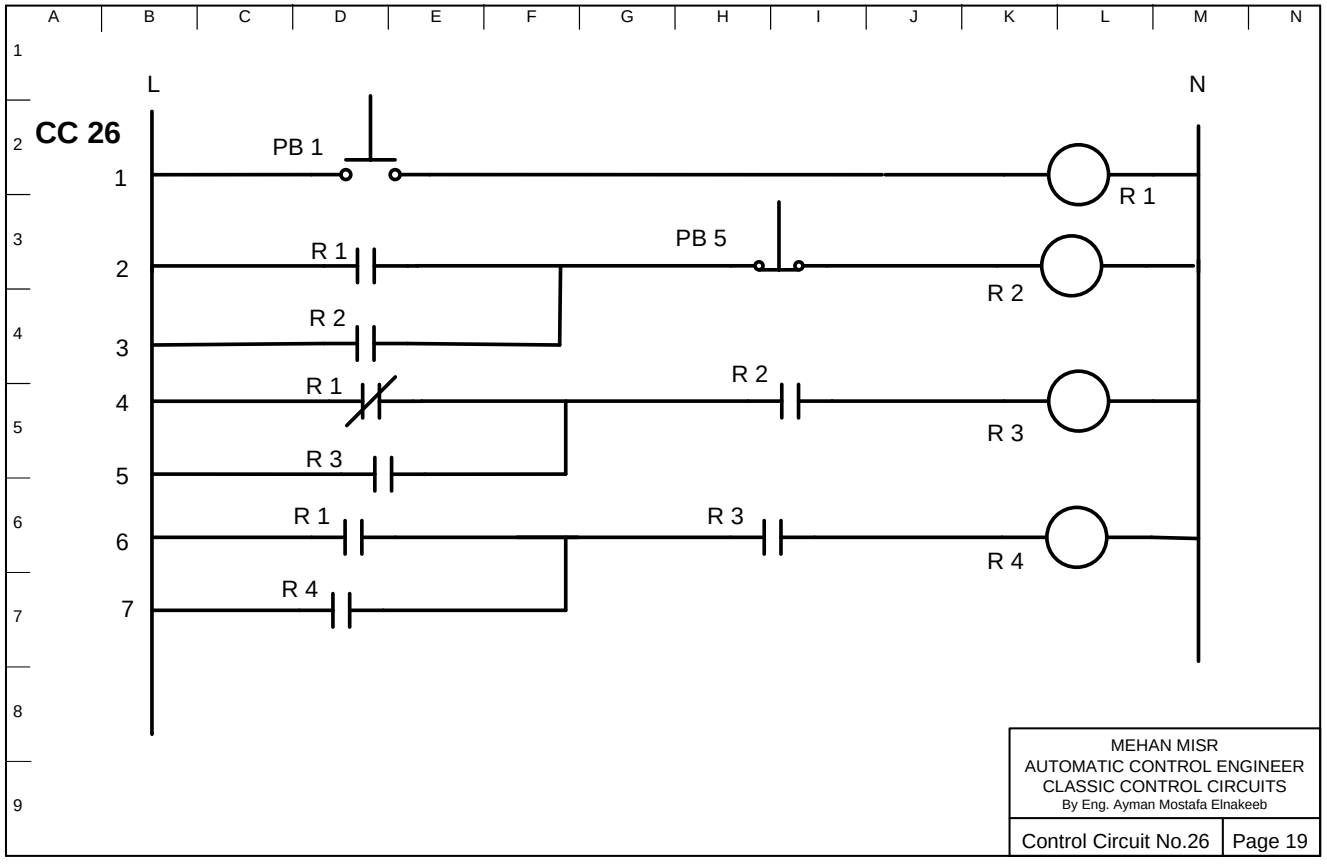
وتعرض (CC25) نموزج لتأثر دائرة بأكثر من دائرة. فدائرة (R3) تتأثر بكل من دائرة (R1) تأثير إيجابياً (تشغيل) و(R2) تأثير سلبياً (إيقاف).

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 أي أنها نقطة إيقاف معكوس .

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).

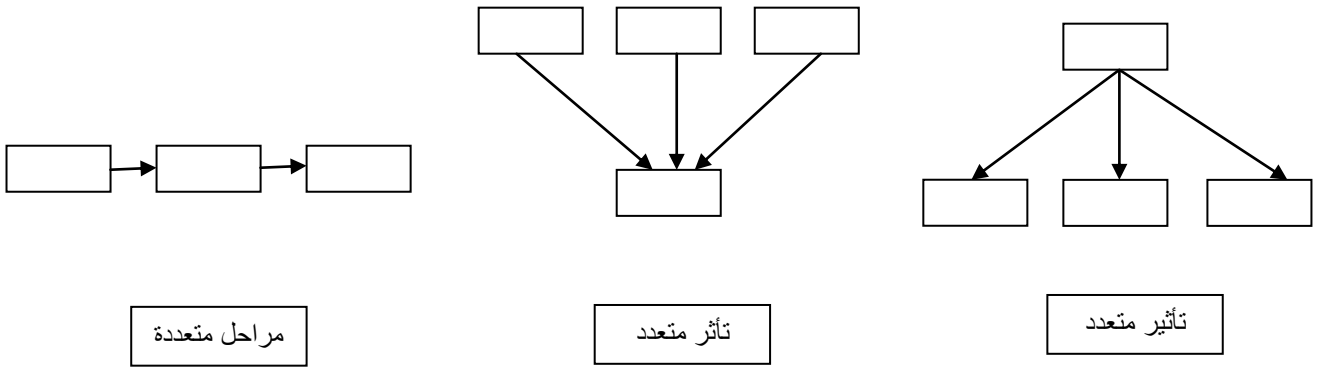
(CC26) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة المراحل :



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 (CC26) 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).

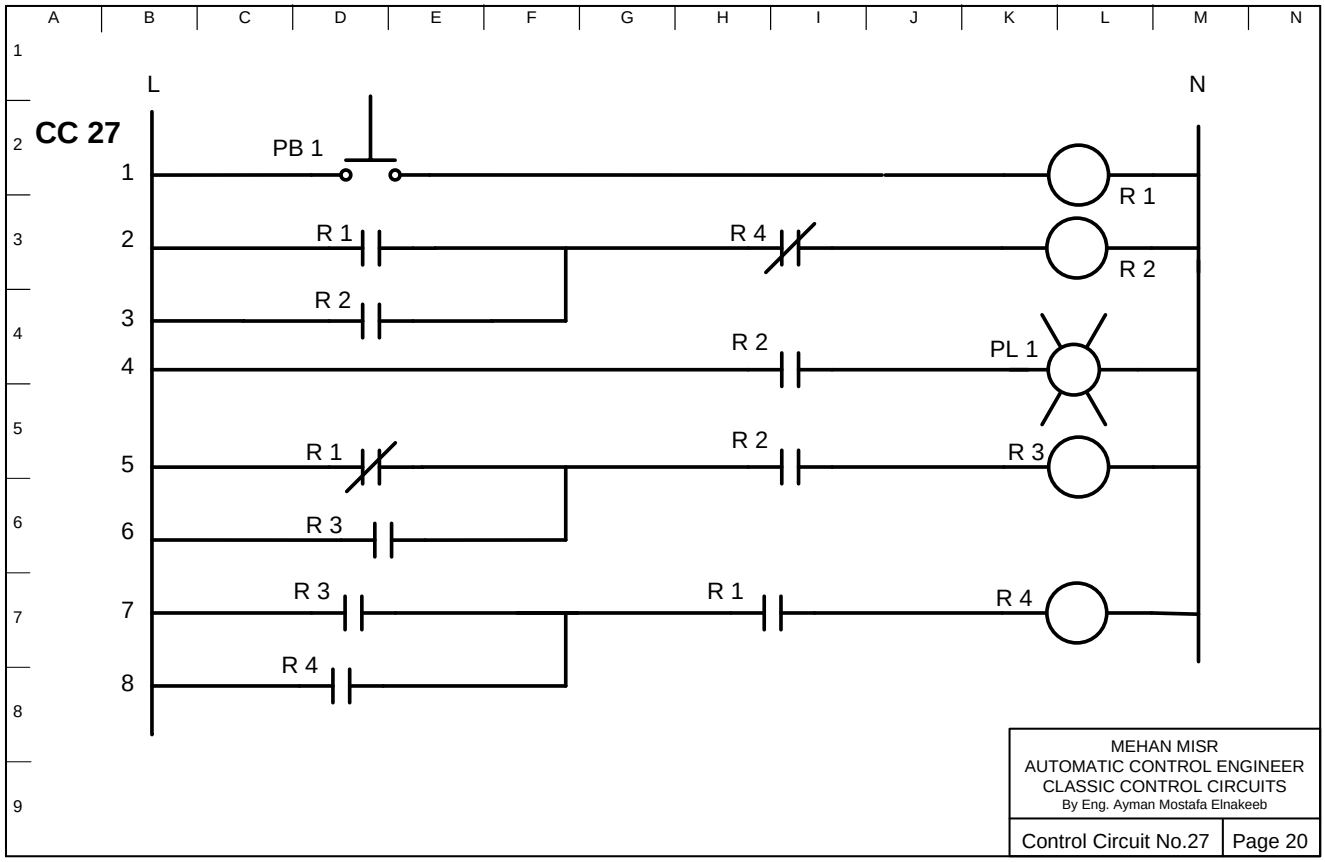
ويمكن شرح عمل الدائرة كالتالي:

١ -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))
٢ -عند ترك (PB1) يفصل (R1) و يؤدي ذلك لعمل (R3) لأن فصل (R1) يقوم بدور مفتاح التشغيل له (تشغيل معكوس) و لم يعمل قبل ذلك لأن (R2) وهو يقوم بدور مفتاح الإيقاف كان مفتوحاً (إيقاف معكوس).
٣ -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- إيقاف معكوس).

٤ -عند الضغط على (PB5) يفصل (R2) وبالتالي يفصل (R3) و بالتالي يفصل (R4) و تعود الدائرة لحالتها الأولى. لأن كل دائرة هي دائرة إيقاف معكوس للدائرة التي تليها أي أنه يجب أن تعمل حتى يمكن تشغيل الدائرة التي تليها و بالتالي ففصل الدائرة الأولى يؤدي لفصل التي تليها و هكذا .

لاحظ أن تشغيل الدوائر يتم بشكل متتابع بحيث تعمل دائرة عند الضغط على PB1 و دائرة عند تركه بشكل تبادلي أي أن PB1 هو مفتاح تشغيل طبيعي لدائرة و مفتاح تشغيل معكوس للتي تليها و هكذا . و كل دائرة هي دائرة إيقاف معكوس للتي تليها بحيث لا يمكن أن تعمل دائرة قبل التي تسبقها . 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 !!).

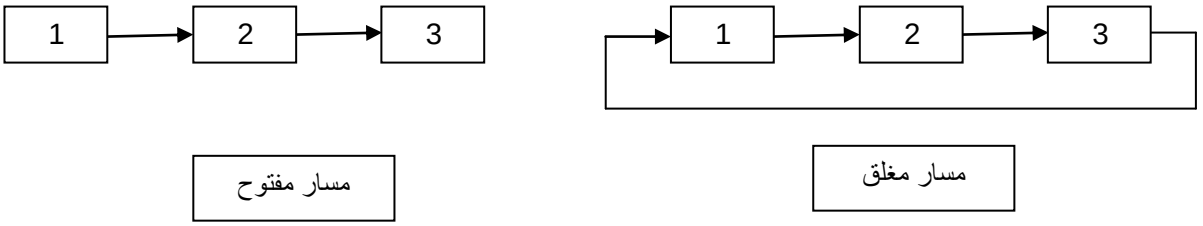
(CC27) دائرة (تشغيل – إيقاف) متعددة المراحل ذات مسار مغلق :



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 (CC27) 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) أي جعل (R3) هو مفتاح التشغيل و (R1) هو مفتاح الإيقاف المعكوس فعندئذ 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 :

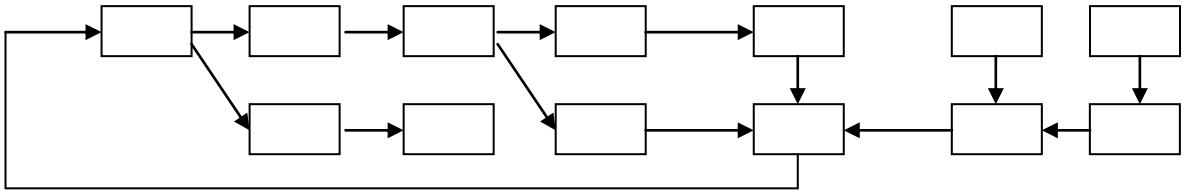
بمراجعة أداء هذه الدائرة نجد ان (R2) يعمل عند قدوم الإشارة من (PB1) و يستمر في العمل بعد زوالها . ثم يفصل عند قدوم الإشارة في المرة الثانية و يستمر في الفصل بعد زوالها . ثم يعمل مرة أخرى عند قدوم الإشارة للمرة الثالثة وهكذا ..

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 :

١ -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).

٢ -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.

٣ -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)

١ -يقوم المرحل (Relay) بربط خطين (إيجابياً) بأن يؤدي تشغيل الخط إلى تشغيل الآخر أو (سلبياً) بأن يؤدي تشغيل الخط لفصل الآخر.

٢ -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).

٣ -يمكن أن يحدث الربط ذاتياً (على نفس الريلاي) بواسطة نقطة حفظ. وباستخدام مفتاحي تشغيل و إيقاف تنشأ دائرة (تشغيل – إيقاف).

٤ -في الدائرة متعددة النقاط تكون نقاط التشغيل توازي مفتوح و تكون نقاط الإيقاف توالي مغلق.

٥ -يمكن ربط دوائر (التشغيل – الإيقاف) معاً (إيجاباُ أو سلباً) بشكل متعدد التأثير أو التأثر او متعدد المراحل.

٦ -في الدائرة متعددة المراحل يمكن ان تسير المراحل في مسار مفتوح أو مسار مغلق أو تكون متعددة المسارات.

ثالثاً : دوائر المؤقتات (Timers)

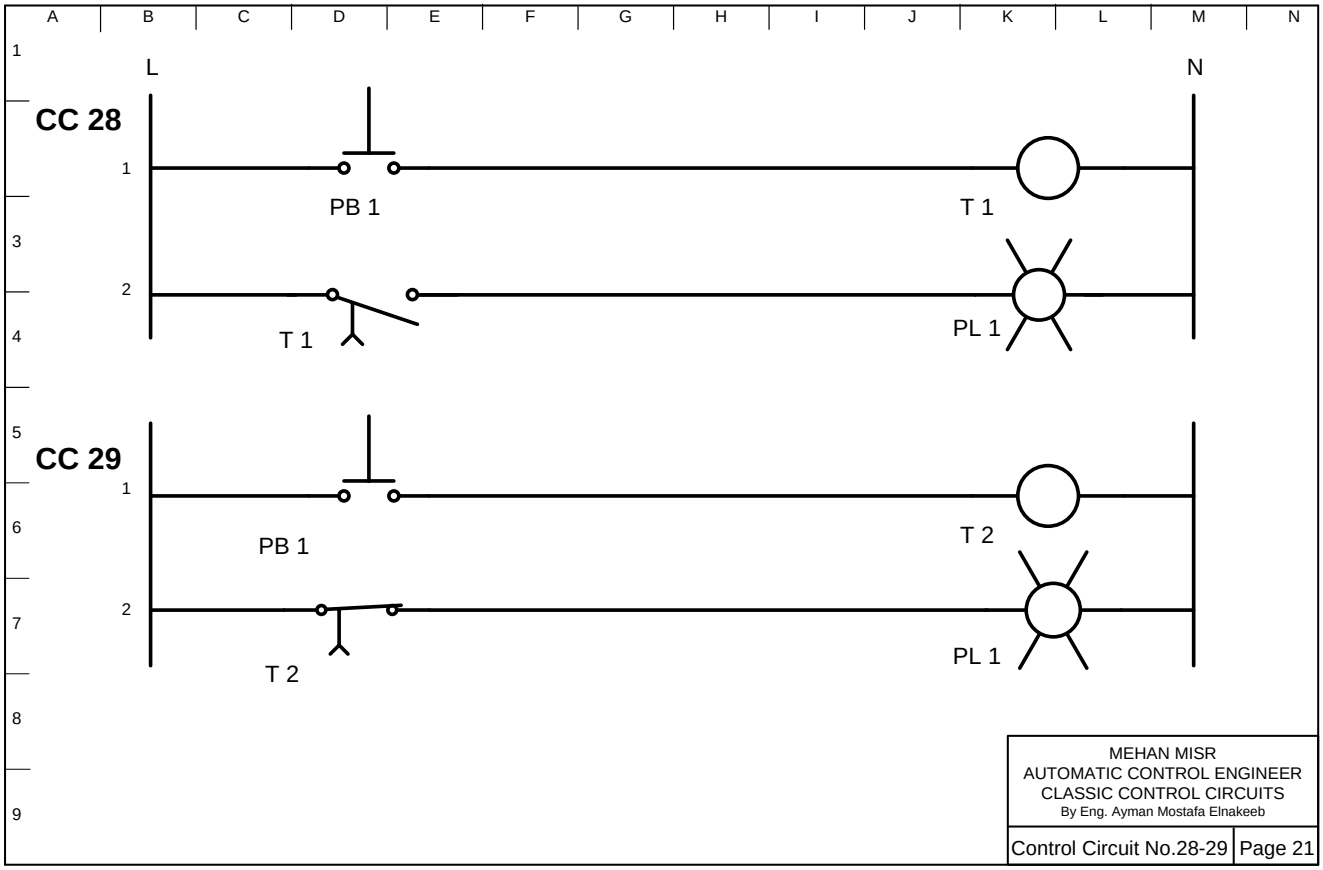
تشبه المؤقتات (Timers) المرحلات (Relays) بدرجة كبيرة حتى أنه يمكن اعتبار أنها نوع خاص من المرحلات و لذلك يسميها البعض مرحلات زمنية(Relays Time) فهي مثلها تتكون من وحدة دخل (ملف) و نقطة خرج (نقاط تلامس) و بالتالي فهي تقوم بالربط بين خطين : إيجاباً بحيث يؤدي تشغيل الخط إلى تشغيل الآخر (إذا كانت نقطة التلامس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

(CC28-CC29) مؤقتات التوصيل المتأخر (ON Delay Timers):

تبين الدائرة (CC28) 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).

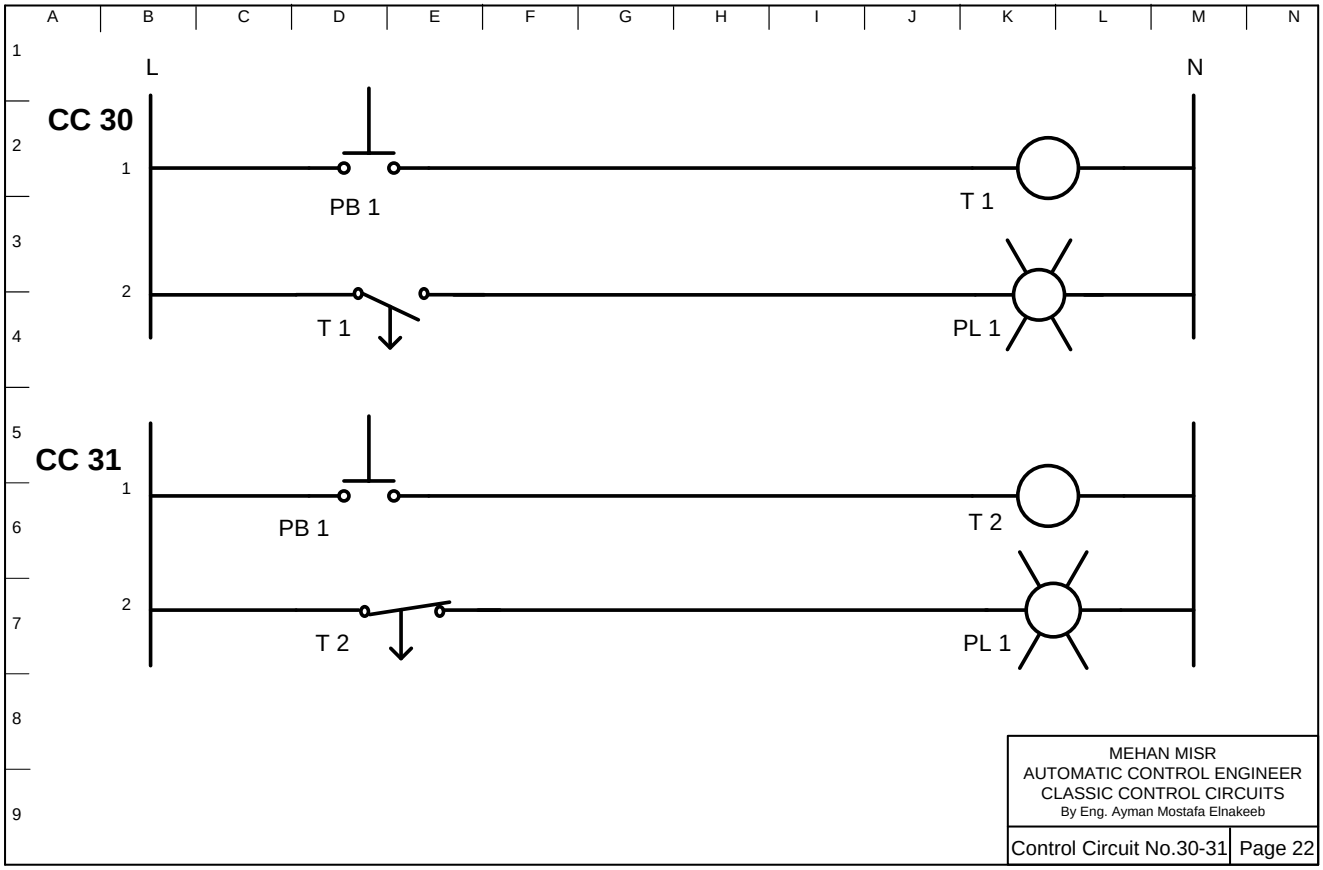
و تبين الدائرة (CC29) نموذج لأداء مؤقت التوصيل المتأخر مع نقطة مغلقة. ففي البداية تكون النقطة (T1) في الخط 2 مغلقة وبالتالي تكون اللمبة (PL1) مضاءة. وعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت و الذي يقوم باحتساب الفترة الزمنية المضبوط عليها ثم يقوم بفتح النقطة (T1) وبالتالي تطفأ اللمبة (PL1). ثم وبمجرد رفع اليد عن (PB1) يفصل المؤقت وبالتالي تعود النقطة (T1) مغلقة و تعود اللمبة (PL1) للعمل.



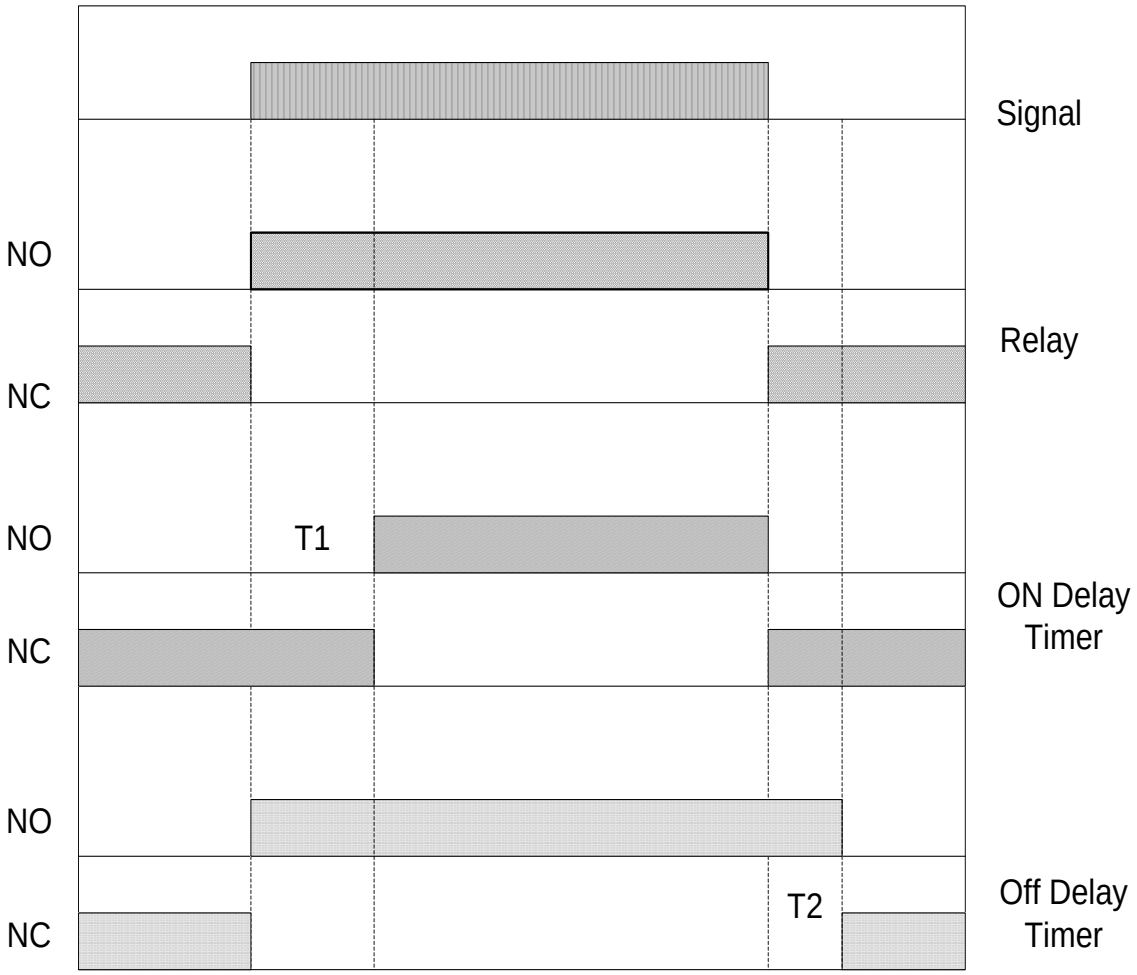
(CC30-CC31) مؤقتات الفصل المتأخر (Off Delay Timers):

تبين الدائرة (CC30) 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).

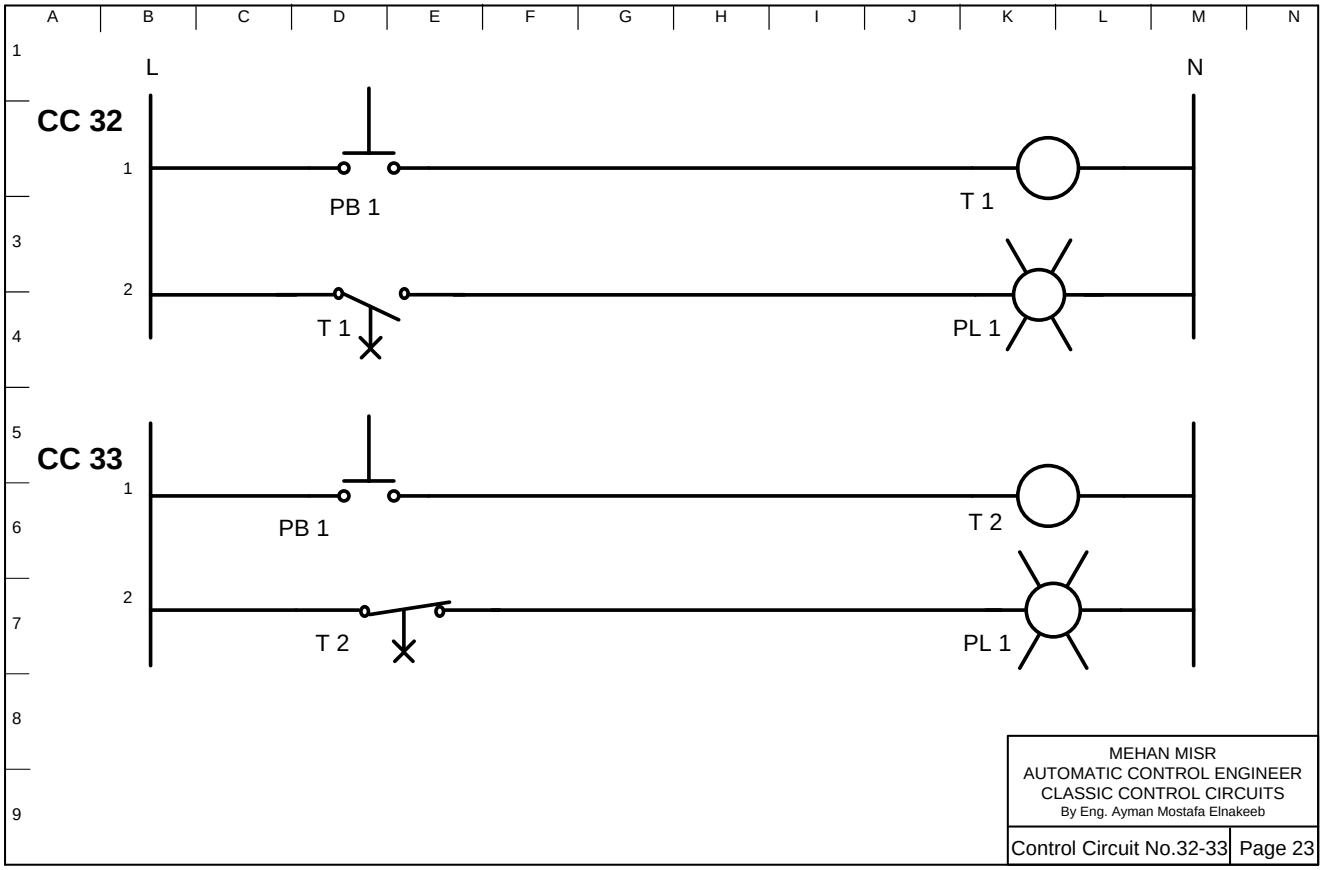
و تبين الدائرة (CC31) نموذج لأداء مؤقت الفصل المتأخر مع نقطة مغلقة. ففي البداية تكون النقطة (T1) في الخط 2 مغلقة وبالتالي تكون اللمبة (PL1) مضاءة. وعند الضغط على المفتاح (PB1) تصل الإشارة للمؤقت فيقوم فوراً بفتح النقطة (T1) وبالتالي تطفأ اللمبة (PL1). ثم وبعد رفع اليد عن (PB1) يقوم المؤقت باحتساب الفترة 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) :



(CC32-CC33) مؤقتات التوصيل المتأخر والفصل المتأخر معاً و مؤقتات الزمن الدوري
(ON&Off Delay Timers and Cycle Timers):

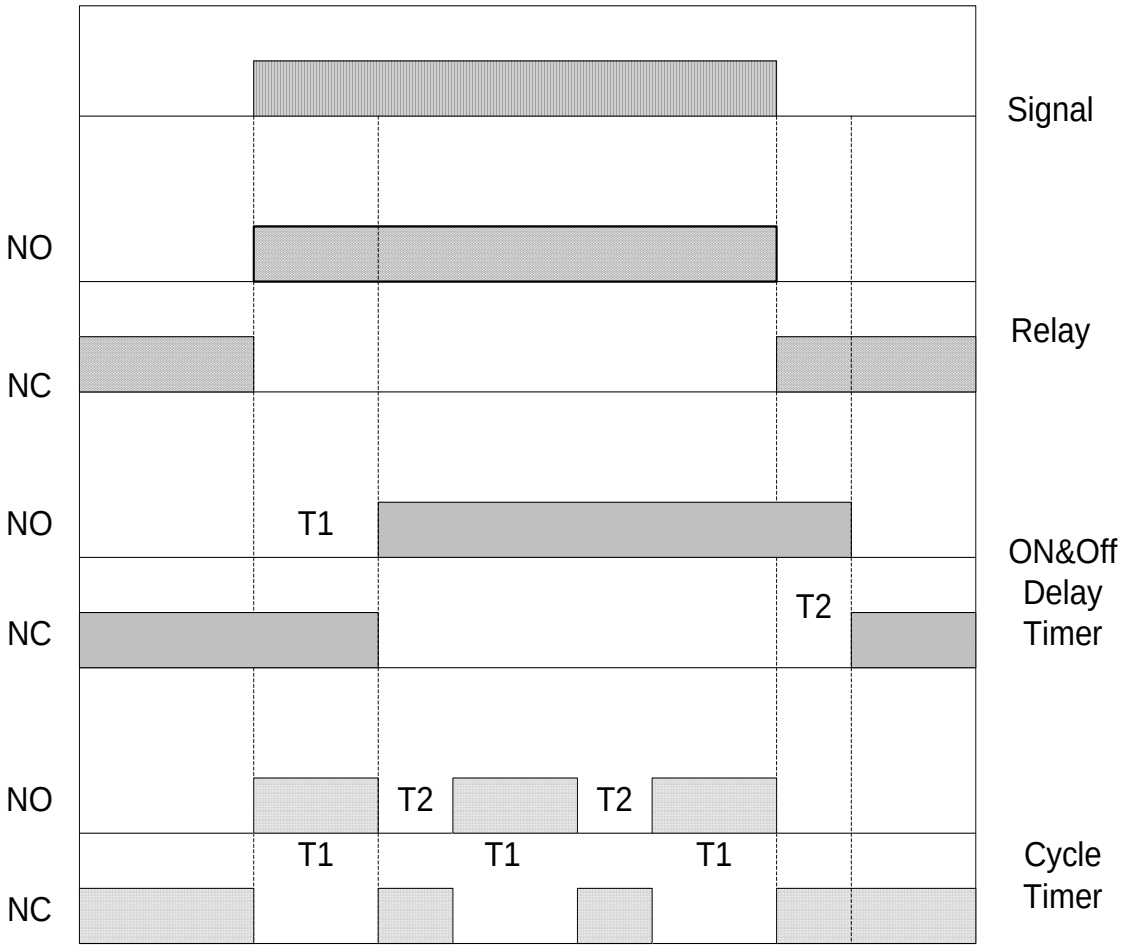


ويمكن أن يتم دمج النوعين السابقين معاً لينتج مؤقت يحتوي على زمنين : زمن (T1) لتأخير توصيل المؤقت عن وصول الإشارة . و زمن (T2) لتأخير فصل المؤقت بعد زوال الإشارة.

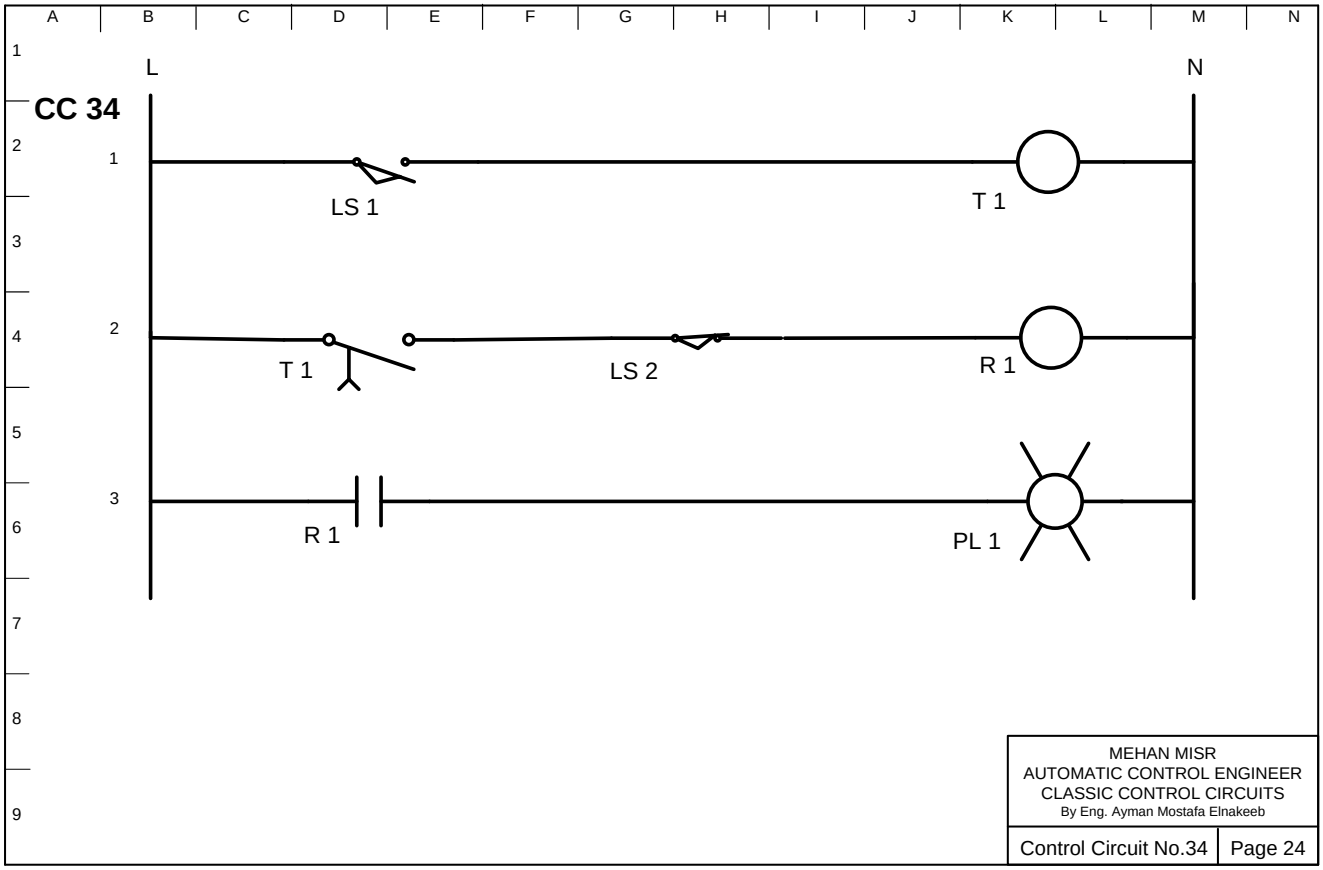
وتبين (CC32) استخدام هذا النوع المزدوج مع نقطة مفتوحة بينما تبين (CC33) استخدامه مع نقطة مغلقة.

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 (CC32) و (CC33) 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) :

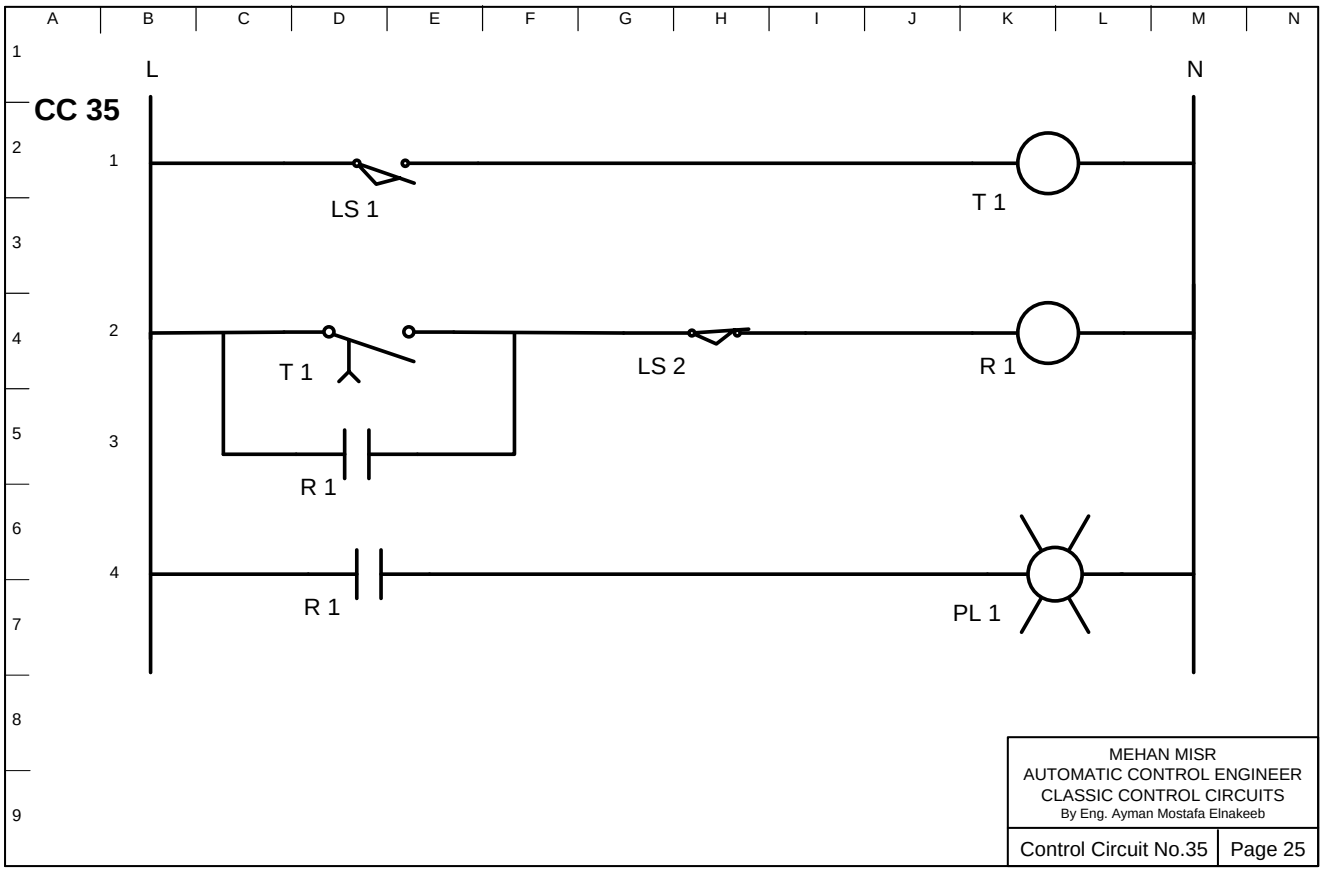


(CC34-CC37) دوائر المؤقتات مع المرحلات :



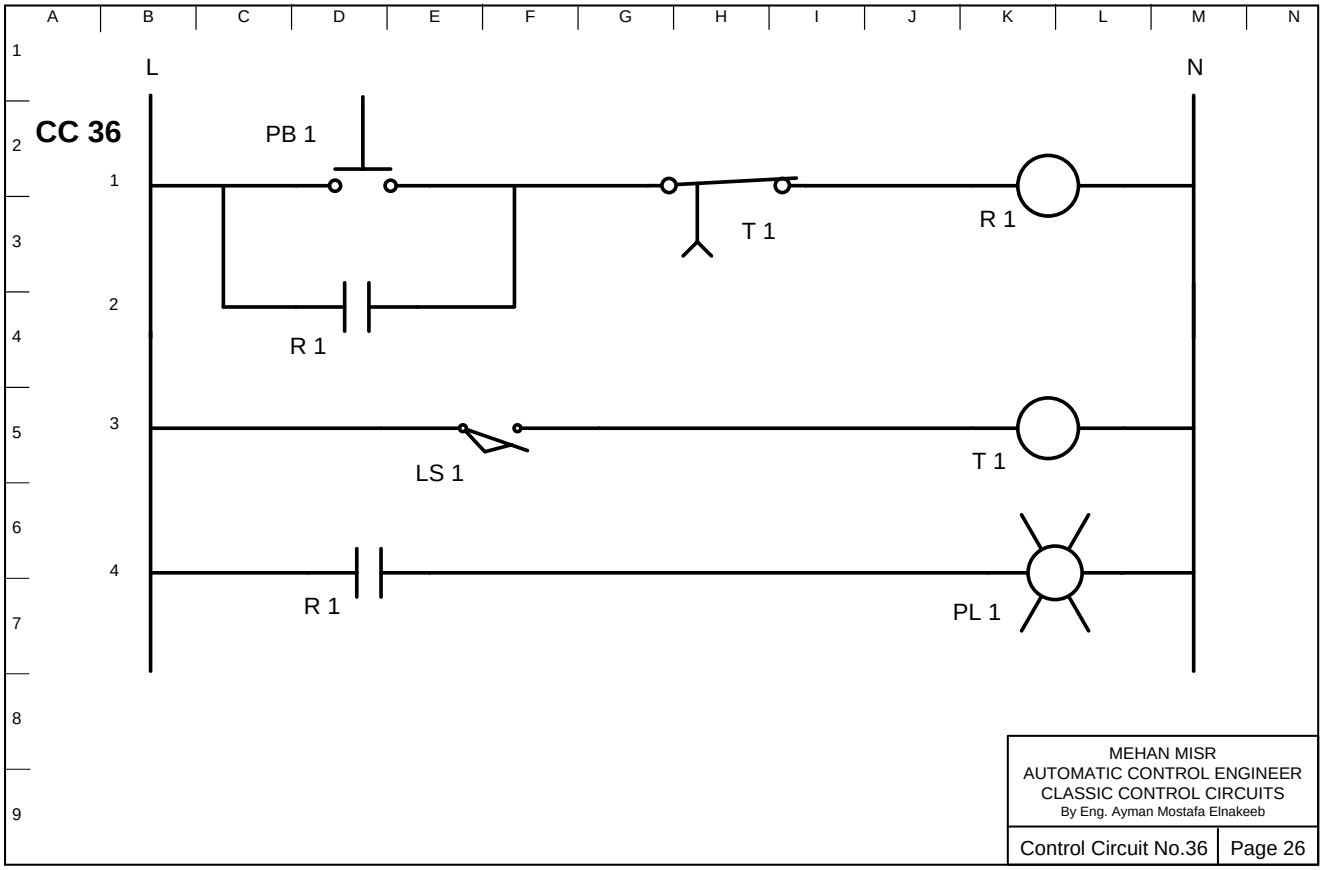
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.34 | Page 24



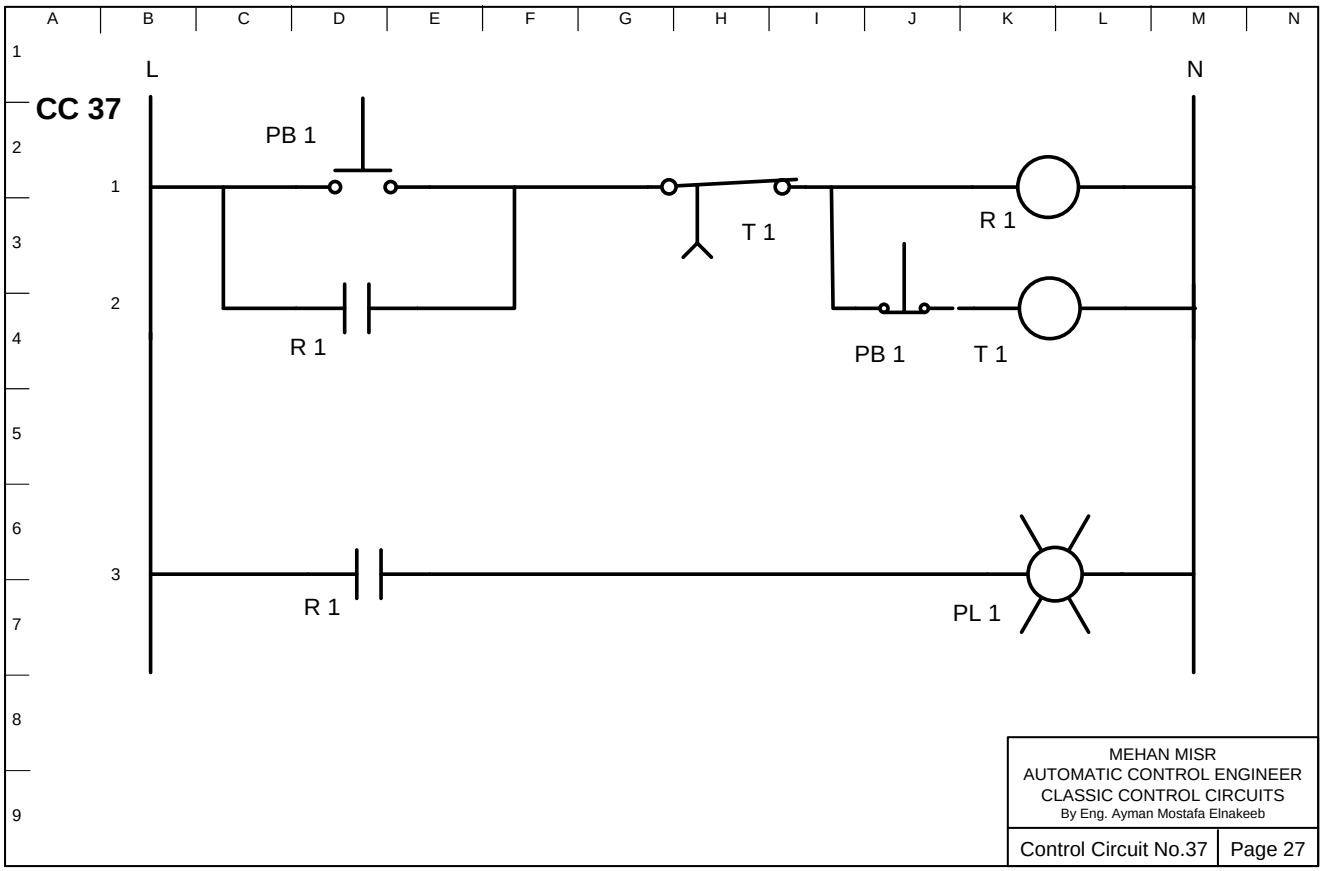
MEHAN MISR
AUTOMATIC CONTROL ENGINEER
CLASSIC CONTROL CIRCUITS
By Eng. Ayman Mostafa Elnakeeb

Control Circuit No.35 | Page 25



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

Control Circuit No.36 | Page 26



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

Control Circuit No.37 | Page 27

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.

(CC34) 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).

(CC35) 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).

(CC36) 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.

(CC37) 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.

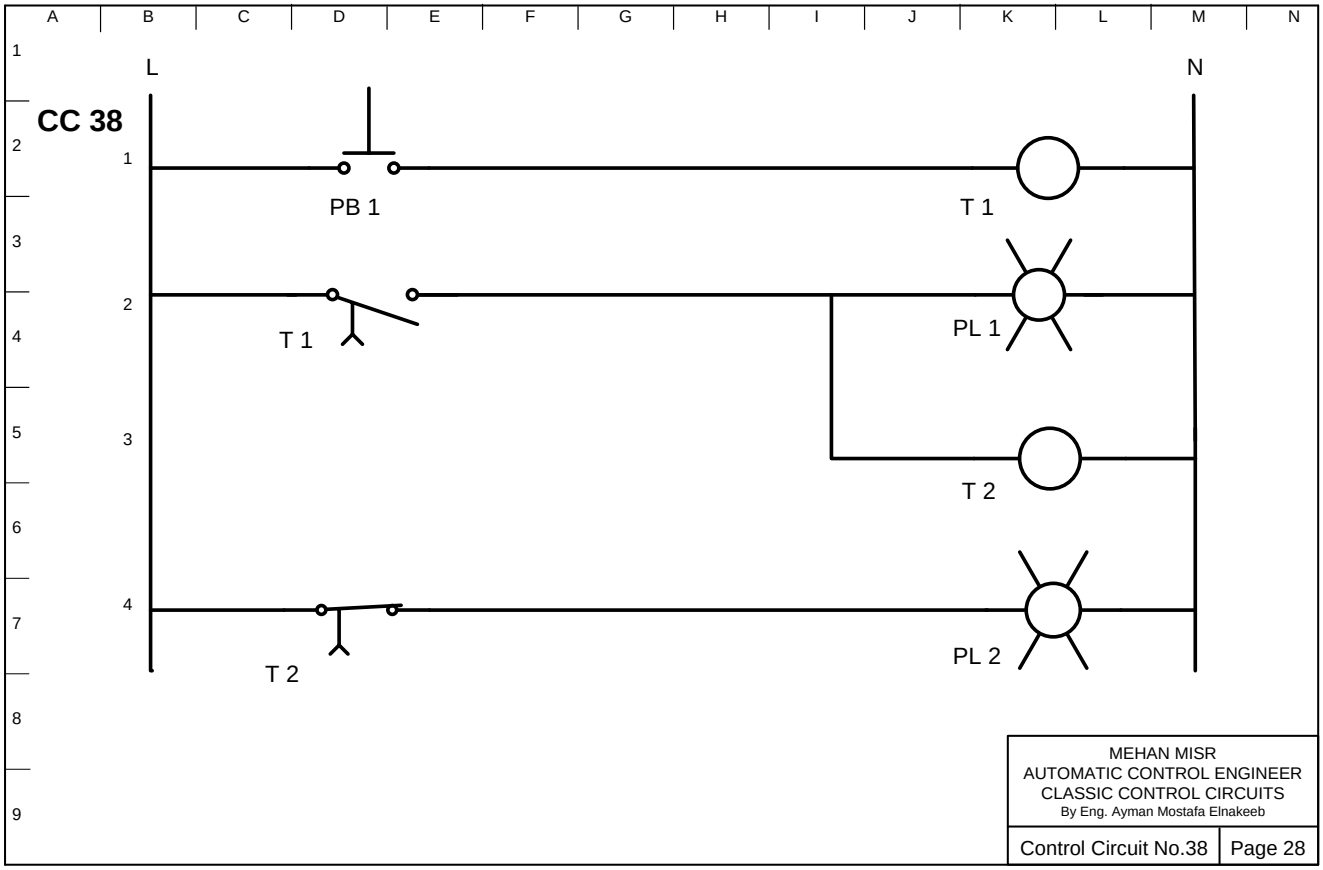
تدريبات :

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

١ -بمجرد إنخفاض الضغط عن مستوى (PS1) يعمل الكونتاكتور (C1) و يستمر في العمل لمدة 10 دقائق بعد ارتفاع الضغط عن قيمة (PS1).
٢ -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).
٣ -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).

(CC38-CC41) دوائر المؤقتات متعددة المراحل :

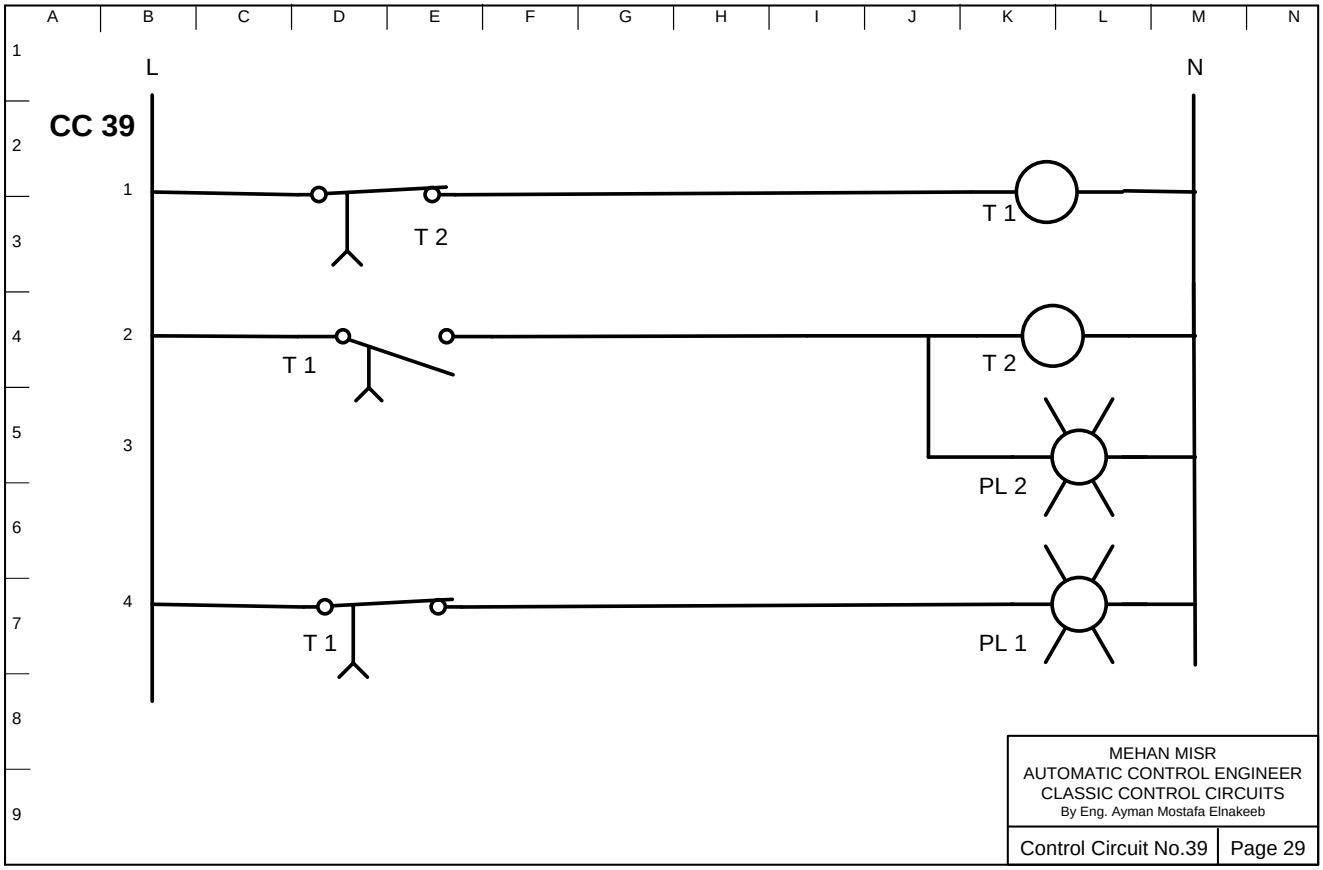
كما ذكرنا أن المؤقتات هي نوع خاص من المرحلات و بالتالي فينطبق عليها ما ينطبق على المرحلات من دوائر التأثير المتعدد (حيث يؤثر المؤقت على أكثر من خط بواسطة عدة نقط فيه مثل CC39) و دوائر التأثر المتعدد (حيث يتأثر المؤقت بأكثر من خط مثل CC37) و الدوائر متعددة المراحل (حيث تنتقل الإشارة من مؤقت إلى آخر) .



والدائرة (CC38) 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.

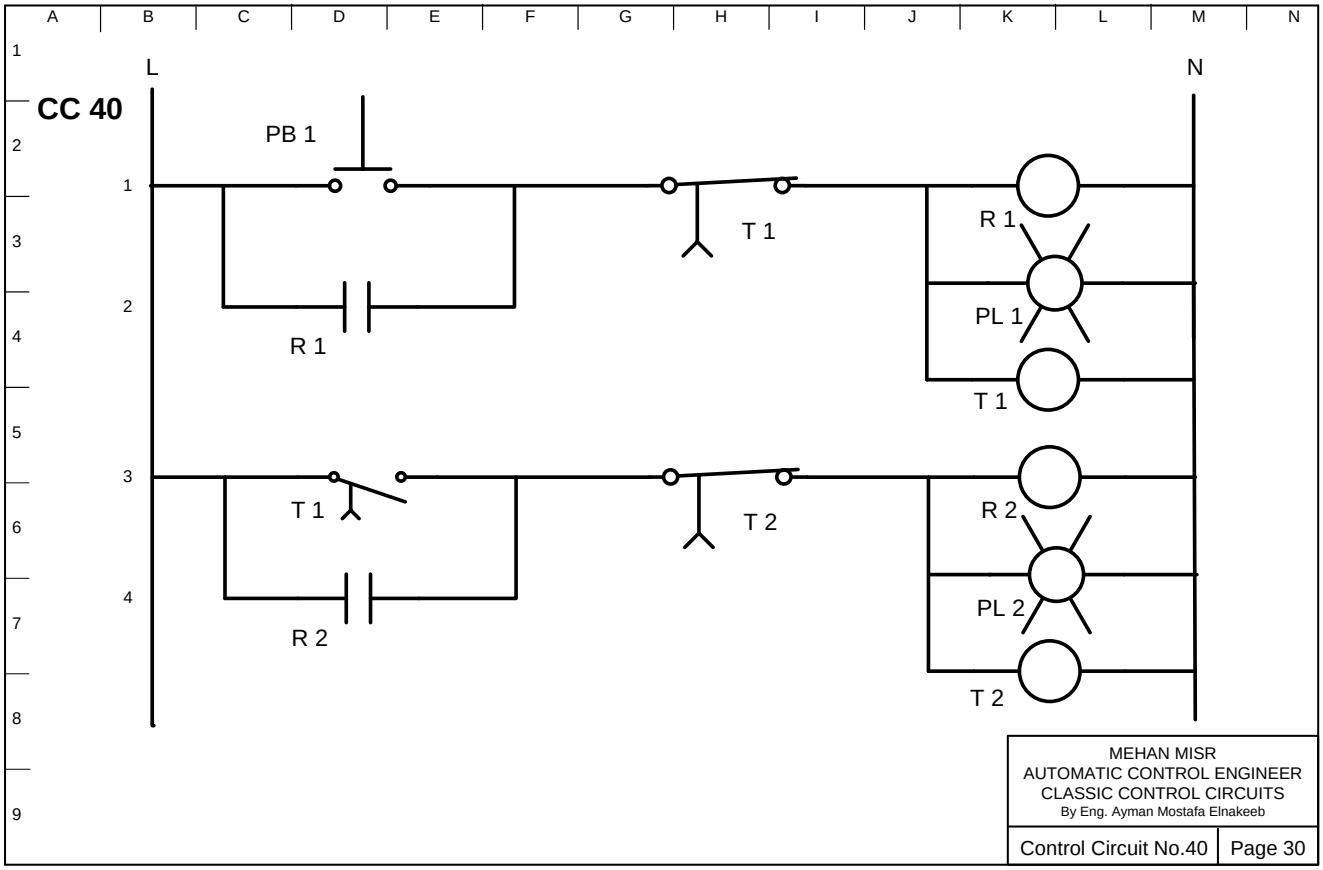
وهذه الدائرة تمثل مسار مفتوح حيث يؤدي تشغيل (T1) إلى تشغيل (T2) ثم يتوقف الأمر (ولا يعيد نفسه).



وأما الدائرة (CC39) 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 (CC40) فتعرض نموذج لدائرة ذات مرحتين 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.

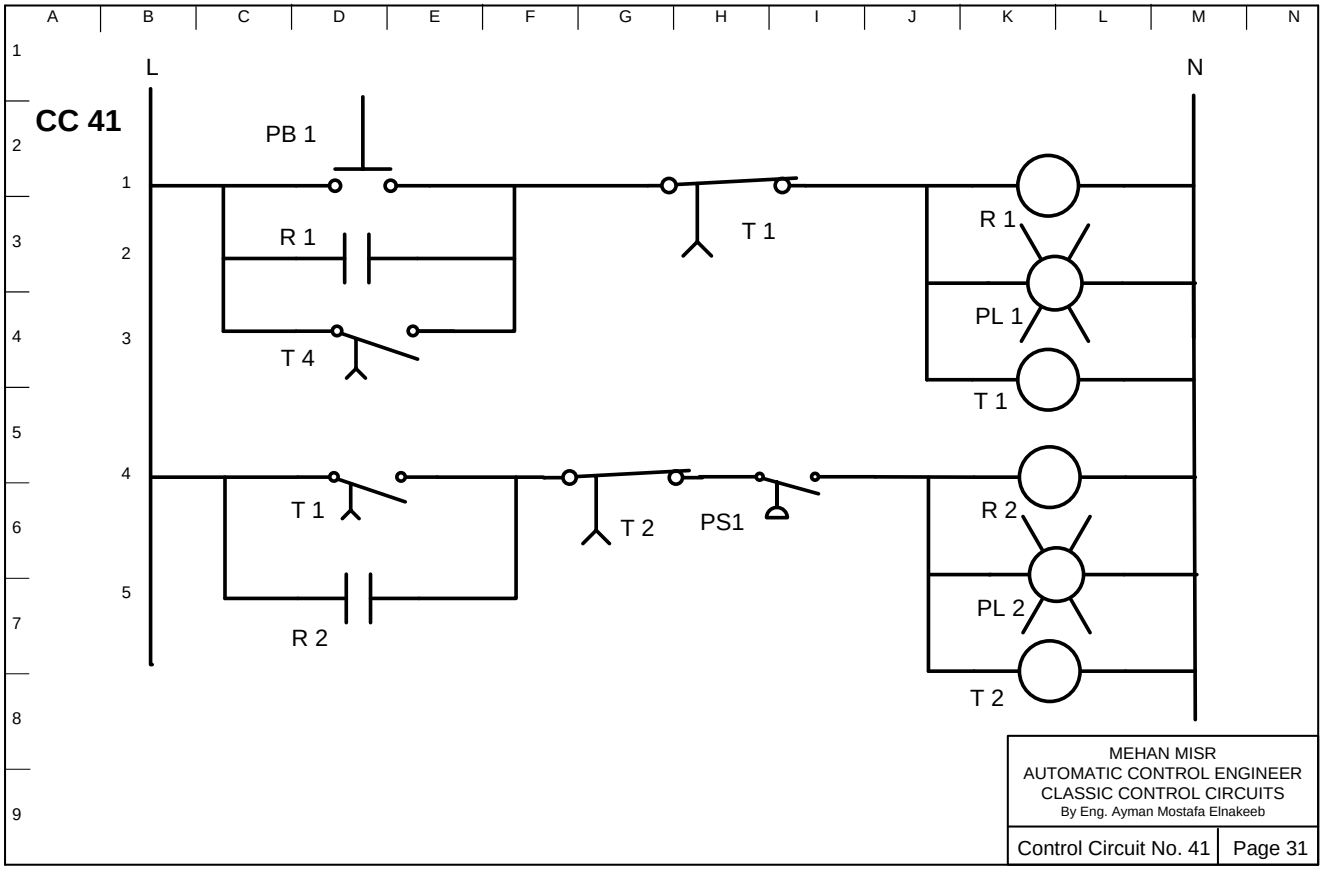
2- يقوم بإعطاء إشارة التشغيل للمرحلة الثانية (R2) و يحافظ المرحل (R2) على عمله بواسطة نقط الحفظ الخاصه به (وبالتالي يستمر في العمل بعد فصل T1).

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 (CC38) في أن الأولى لا تحتفظ بوضعها (لابد من استمرار الضغط على المفتاح PB1 لتستمر الدائرة في العمل) بخلاف هذه الدائرة و أيضا في (CC38) تستمر المرحلة الأولى (T1) في العمل عند تشغيل المرحلة الثانية (T2) بخلاف هذه حيث تنتهي المرحلة الأولى ثم تبدأ الثانية.

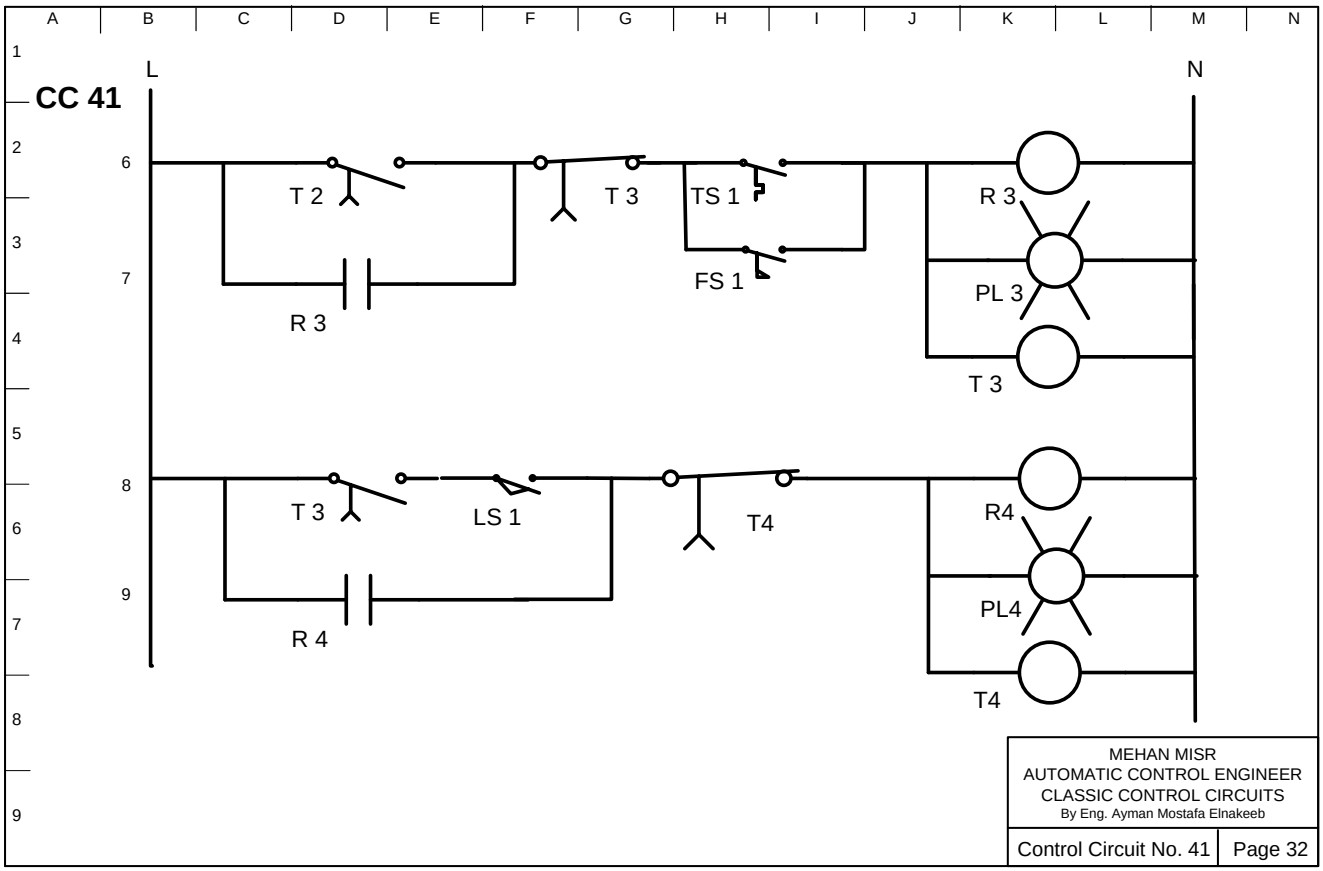
وأما الدائرة (CC41) فتعرض نموذج معقد لدائرة ذات أربعة مراحل (في مسار مغلق). كل مرحلة منهم عبارة عن دائرة (تشغيل – إيقاف) وتقوم كل دائرة بإيقاف نفسها بعد فترة محددة و في نفس الوقت تقوم المرحلة بتشغيل التي تليها أوتوماتيكياً (وتقوم المرحلة الأخيرة بإعادة تشغيل المرحلة الأولى ليعيد النظام نفسه فى مسار مغلق) و يتم ذلك كالتالي :

١ -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).
٢ - 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).
٣ -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).
٤ - 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. 41 | Page 31



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

Control Circuit No. 41 | Page 32

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):

١ -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.

٢ -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.

٣ -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)

١ -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.

٢ -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.

٣ -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.

تدريبات عامة على مباديء التحكم الآلي

١. لدينا طلمبتان تعملان على سحب الماء من حوض كبير يتدفق إليه الماء من الخارج و الحوض عليه عوامتان : الأولى مرتفعة للتشغيل و الثانية منخفضة للإيقاف . و الطلمبتان تعملان بالتبادل بمعنى أنه في المرة الأولى تعمل طلمبة 1 و في المرة التالية تعمل طلمبة 2 و هكذا
٢. مكبس يعمل من خلال سولونويد على خط الزيت يتم تشغيله بعدد 2 بوش بوتن (و لتأمين يدي العامل لابد من استمرار الضغط على كلا البوش بوتونان) إلى أن يتم غلق المكبس (يعرف ذلك بليمت سويتش) فيتم زيادة الضغط تلقائيا (بستمرار فتح السولونويد بدون حاجة للضغط على البوش بوتون) إلى أن يصل الضغط إلى 100 PSI فيتم الفصل .
٣. عند الضغط على pb1 تضيء pl1 لمدة 5 ثواني و تطفأ لمدة 3 ثواني و يتكرر ذلك لمدة دقيقة ثم تتوقف
٤. مطلوب تقليد أدء مؤقت Watch dog Timer بسخدام مؤقتات عادية (ON Delay) (ينشط إذا زاد زمن وجود الإشارة أو فصلها عن الزمن المضبوط عليه)
٥. مطلوب تقليد أداء One Shot Timer بستخدام مؤقتات عادية (ON Delay) (ينشط بمجرد مجيء الإشارة و يقوم بحتساب زمنه ثم يفص بد ذلك حتى و لو كانت الإشارة لاتزال موجودة)
٦. مطلوب تقليد أداء On & Off Delay timer بستخدام مؤقتات عادية (ON Delay)
٧. مطلوب تصميم دائرة زمنية بحيث توصل لمدة 5 ثواني عند مجيء الإشارة (توصيل LS1 مثلاً) ثم توصل 5 ثوني أخرى عند فصل الإشارة و هكذا
٨. عند الضغط على PB1 يتم تشغيل السخانات لمدة 5 دقائق ثم تفصل بشرط أن تجاوز الحرارة 100 درجة فإن كانت الحرارة أقل من ذلك فإنه يتم إعادة التشغيل تلقائياً لمدة 5 دقائق أخرى و هكذا
٩. عند الضغط على PB1 يتم تشغيل المحرك لمدة 3 دقائق ليقوم بتحريك عربة ذهابا و إياباً (بين 2 مفتاح نهاية LS2 & LS1) و عند انتهاء الزمن تتوقف العربة و لكن يشترط أن يكون موضع توقفها عند بداية المشوار أي عند LS1
١٠. عند بداية تشغيل المحرك (بواسطة PB1) فإنه يعمل لمدة 5 ثواني في الاتجاه العكسي ثم يعمل بعد ذلك في التجاه الأمامي إلى أن يتم إيقافه (بواسطة PB2) فإذا حدث تحميل زائد على المحرك فإنه يقوم بتكرار هذه الدورة تلقائياً