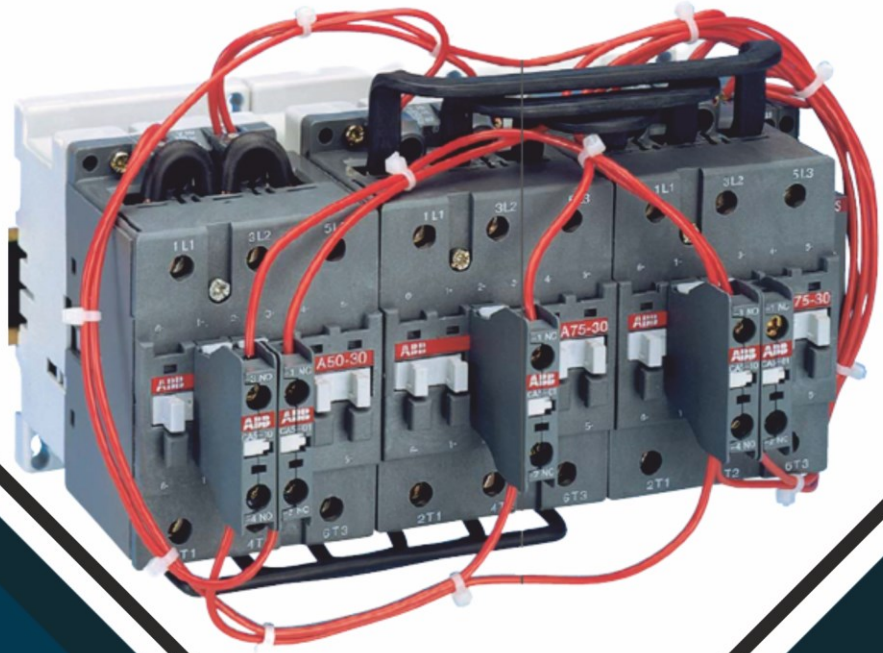
الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

# Classic Control



دليل المتدرب

# دوائر التحكم الآلي

# Classic control

## مهندس كهرباء- درجة ثالثة

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المشاهج

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة للمسار الوظيفي

**المحتويات**

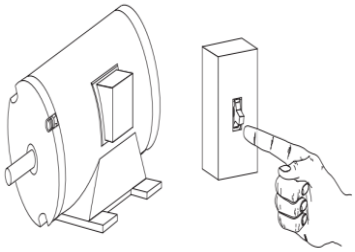
مقدمة ..... ٣
التحكم اليدوى Manual Control ..... ٣
التحكم الآلي ( الأتوماتيكى ) ..... ٣
التغذية المباشرة لدوائر التحكم (مختلفة الجهد ) ..... ٥
أنواع الإشارات الحقلية ..... ٩
نقاط التلامس Contacts ..... ١٠
الريلاي/المرحل Relay ..... ٢٢
إستخدامات الريلاي فى دوائر التحكم ..... ٢٤
المؤقتات الزمنيه Timer ..... ٢٩
العدادات Counter ..... ٣٦
مرحلات الوقاية Protection relay ..... ٣٧
الاوفرلود Overload ..... ٣٧
جهاز الحماية (ثنائي أو رباعي) ..... ٣٨
وحدة حماية المحركات متعددة الوظائف ..... ٣٩
مفهوم التشغيل والإيقاف للحمل الكهربى (بإستخدام الأزرار & المفاتيح) ..... ٤٢
الهيكل العام لدائرة التحكم ..... ٤٢
مفهوم الأفضلية للتشغيل أو الإيقاف ..... ٤٤
مفهوم التحكم Emergency Stop(من مكان وأحد/أماكن متعددة) ..... ٤٥
التحكم اليدوي/الاوتوماتيك ( Manual/Automatic Control Concept ) ..... ٤٨
مفهوم التحكم Local/Remote ..... ٥٠
مفهوم الحمايات المتعددة Protection ..... ٥٢
مفهوم الانترلوك الكهربى Interlock ..... ٥٤
مفهوم التحكم Lamp Test ..... ٥٧
مفهوم التكامل مع الاجهزة المتعددة Device Terminals ..... ٥٨
تصميم بعض الدوائر الكهربية كاملة الحمايات ومفاهيم التحكم ..... ٥٩

**مقدمة**

تعتبر دوائر التحكم الكلاسيكي classic control من أساسيات التطبيقات الصناعية المتنوعة خاصة و إنها تنفرد بتنفيد التحكم اليدوى الخالص Pure Manual بدون الإعتماد على الحاكمات القابلة للبرمجة، مما يسهل على المشغل التعامل مع كافة الوحدات كلاً على حده فى جميع أنماط التشغيل أوالصيانة وتوافر قطع الغيار وبدائلها بسهولة. كما إنه يكون مناسب دائماً لكافة التطبيقات التي تحتاج إلى دوائر بسيطة (يدوي أو أتوماتيك) لمواجهة التكلفة العالية الخاصة بالمتحكمات المبرمجة لنفس التطبيق.

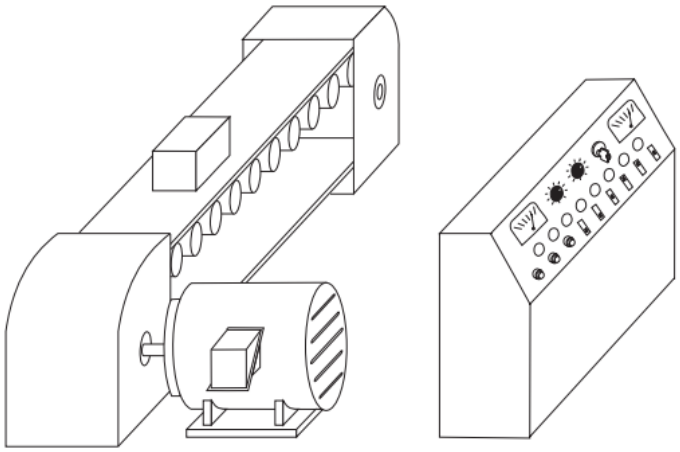
## التحكم اليدوى Manual Control

أحد أنواع أنظمة التحكم والتى تعتمد على وجود المشغل Operator الذى يقوم بتشغيل أو إيقاف المعدات يدوياً ، و أيضاً يتحكم يدوياً فى تتابع عمليات التشغيل بالترتيب الذى يراه مناسبا.(ويجب أن تحتوى الدئرة على كافة الحمايات اللازمة للحفاظ على المعدة).



## التحكم الآلي ( الأتوماتيكى )

أحد أنواع أنظمة التحكم التى تعمل بشكل إلى يعتمد على الأحداث والقياسات المتعددة والتى تقوم بدلاً من المشغل Operator بعمليات الإيقاف والتشغيل لكل معدة طبقاً للشروط التى تم إعدادها فى دوائرة التحكم و عند إكتمال تحقق هذه الشروط تبدأ عملية التشغيل أو الإيقاف لكافة المعدات وهكذا ، ويعد التحكم الأتوماتيكى من أفضل أنظمة التحكم التى تراعى كافة ظروف تشغيل العملية والمرتبطة بطريقة التشغيل الصحيحة طبقاً لمتطلبات العملية والتى تتجنب كافة الأخطاء الناتجة من التشغيل اليدوى.



**ينقسم التحكم الآلي كالتالى :**

١. **الأتوماتيك Automatic :** هى عملية تعمل بشكل إلى بالكامل من بدء تشغيلها حتى تتابع الخطوات بها إلى أن يتم الإنتهاء منها مع تشغيل نفسها ذاتياً مرة أخرى. مثل عملية تشغيل/ غسيل المرشحات Filters control Desk. (بدء العملية أتوماتيكيا بدون تدخل المشغل – تنفيذ الخطوات بالتتابع – الإنتهاء من العمليه – اعادة البدء ذاتيا).

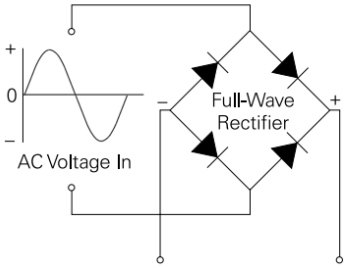
٢. **النصف أتوماتيك Semi-Automatic :**تعتبر مثل النظام الأتوماتيك ولها كافة خصائصة مع إختلاف بدء تشغيل العمل (عادة يكون بتأثير من المشغل ) وتعمل على تنفيذ كافة الخطوات الداخلية بنفس التتابع الأتوماتيك ولاتعيد تشغيل نفسها ذاتياً (مثل تشغيل برنامج الغسيل للمرشحات إجباريا بدون تحقيق شروط الغسيل _ أمر إجبارى عن طريق المشغل حتى يتم تشغيل كافة الخطوات بنفس تتابع الأتوماتيك) وعند الإنتهاء من عملية الغسيل العكسى لا يعمل ذاتياً مرة أخرى ، (بدء العملية اليا عن طريق المشغل – تنفيذ الخطوات بالتتابع – الإنتهاء من العمليه – لايتم البدء ذاتيا)

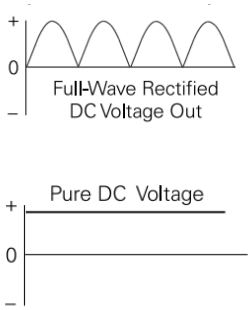
٣. **الأتوماتيك بالكامل Full Automatic :**مثل النظام الأتوماتيك (بدء العملية بدون تدخل المشغل – تنفيذ الخطوات بالتتابع – الإنتهاء من العمليه – اعادة البدء ذاتيا) ولكن تتأثر بالأنظمة الأتوماتيك المحيطة مثل تأثير عدد طلمبات المياه العكرة على عدد الفلاتر الموجوده فى الخدمة وتعمل أتوماتيك ) أكثر شموليه لكافة عمليات التحكم فى المحطة وكل مكونات المحطة تتأثر ببعضها ألياً.

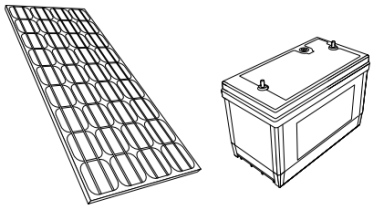
## تغذية دوائر التحكم (مختلفة الجهد )

### ١. دوائر التغذية المستمرة DC لدوائر التحكم

يتم توحيد التيار عن طريق مجموعة أشباه موصلات Diodes أو إستخدام IC Bridge وتنعيم الموجة بعد التوحيد بإستخدام المكثفات حتى يتم الحصول على جهد مستمر ثابت . وكلما كان الجهد الخارج من مجموعة التحويل AC إلى DC مستقرة كلما أصبحت دوائر التحكم الكلاسيكىClassic Control والمبرمج PLC فى وضع أكثر إستقرار من ناحية التغذية الكهربية.



**ويتم إستخدام Power Supply AC/DC في كافة دوائر التحكم ويراعى البيانات الاتيه عند شراء هذه الوحدات كالاتي:-**

- القدرة الكهربية/شدة التيارMaximum output current
- جهد الدخل Input Voltage (MIN & MAX )
- جهد الخرج Output Voltage
- درجة الحرارة Temperature ، درجة الحماية IP
- طريقة التركيب ( DIN rail يتم التركيب علي بارة تجميع - Fixed يتم التثبيت بمسامير مباشرة)

Fixed type

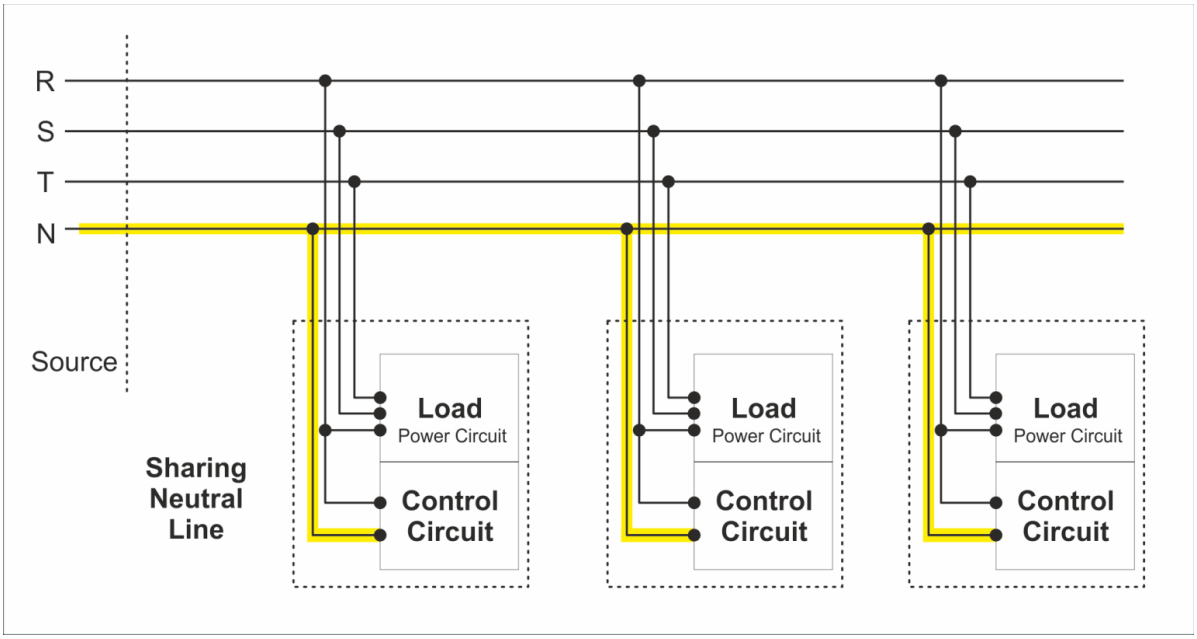
DIN-rail type

DIN-rail type

## محولات التحكم/العزل الكهربى

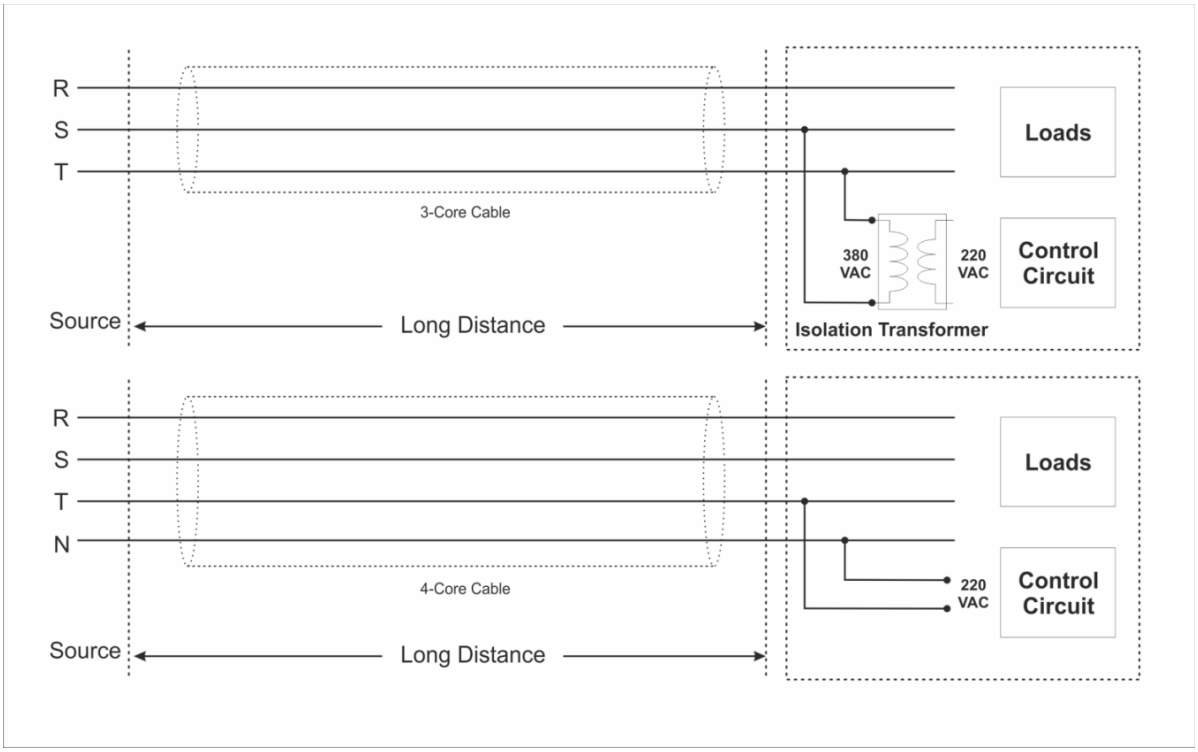
## Control Power Transformer – Isolation Transformer

تعمل محولات التحكم /العزل الكهربى بنفس نظرية عمل المحولات ولكن الهدف الأساسى منها هو العزل الكهربى وذلك لمنع تداخل خط التعادل مع باقى المكونات بالمشروع وخاصة مكونات دوائر التحكم ، تستخدم هذه المحولات فى دوائر التحكم للمحافظة على إستقرار دائرة التحكم وحمايتها كهربياً .



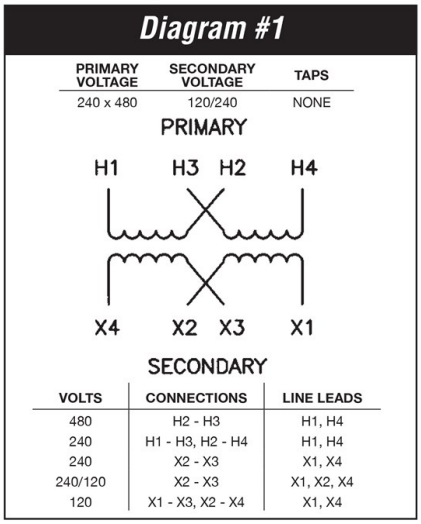

**الشكل ١ : دوائر التحكم مشتركة في خط التعادل**

يوضح (الشكل ١) أن العديد من دوائر التحكم تتشارك فى خط التعادل Neutral ، و أن هذا التشارك قد يسبب العديد من المشكلات الكهربية والتى تؤثر على دوائر التحكم الأخرى ، ويتم إستخدام محولات العزل لتغذية دوائر التحكم وذلك للحد من هذه المشكلات.

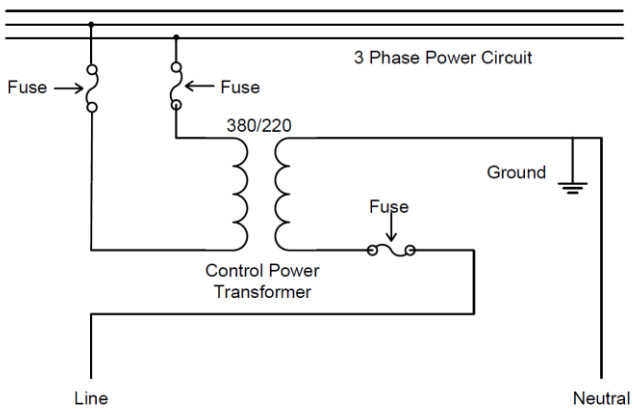



**الشكل ٢: control tramsformer & 3 or 4 core cable**

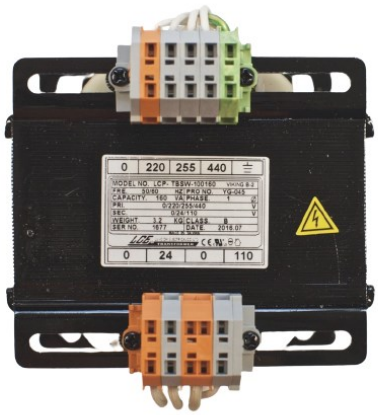
ومحولات العزل يمكن إستخدامها أيضاً بغرض التوفير المالى من إستخدام الكابلات ٣ طرف (3 Core) بدلاً من ٤ طرف (4 Core) حيث يتم نقل الثلاث فازات فقط وإستخدام محولات العزل ٣٨٠-٢٢٠ للحصول على جهد دائرة الكنترول.




**الشكل ٣ : Control Transformer terminal wiring**




**الشكل ٤ : توصيل المحول مغ دائرة الكنترول**



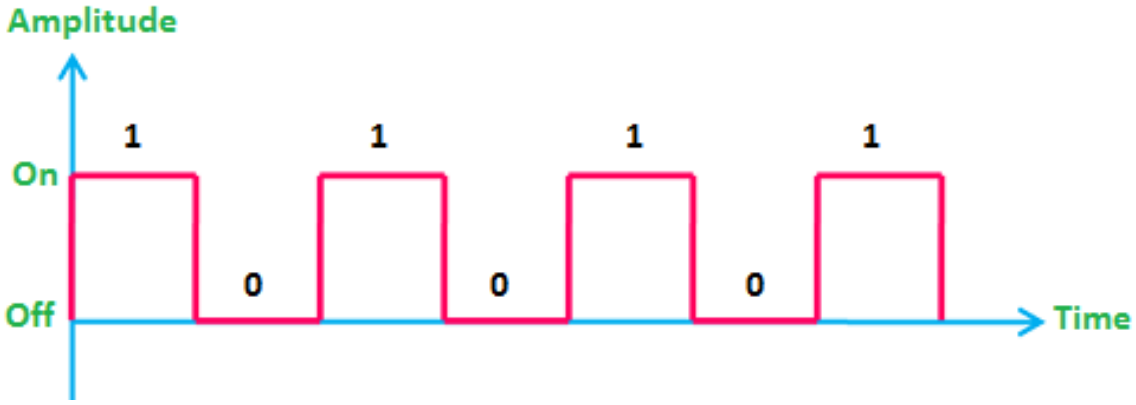
**الشكل ٥: محول كنترول ١**

**الشكل ٦ :محول كنترول ٢**

## أنواع الإشارات الحقلية

### ١. الإشارات الرقمية (Discrete\Digital Signal)

الإشارات الرقمية هى الإشارة التى تكون قيمتها ٠ أو ١ فقط . وبمعنى أخر تشير إلى وجود جهد التحكم ، ويتم تمثيلها بقيمة (واحد) أوعدم وجود جهد التحكم ويتم تمثيلها بقيمة (صفر) أو تعبر عن حالة ما True or False.

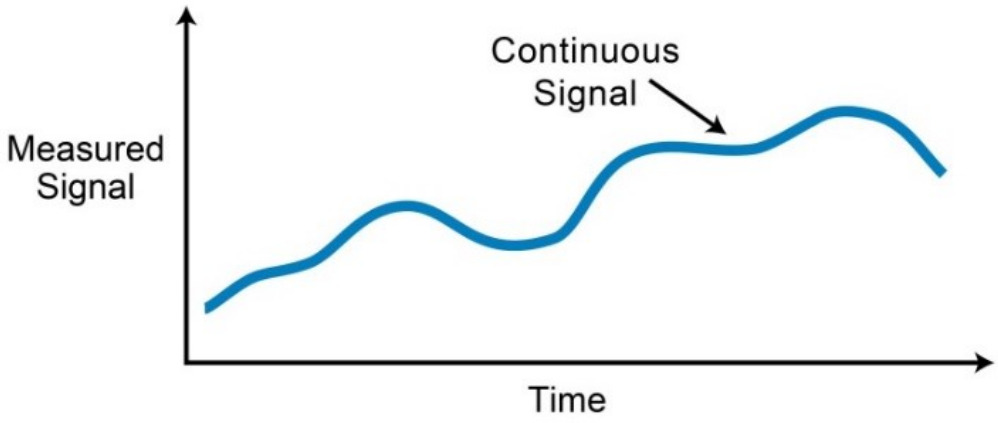



الشكل ٧ :Discrete\Digital Signal

### ٢. الإشارات التناظرية (Analog Signal)

Analog signal is a continuous signal in which one time-varying quantity (such as voltage, pressure, etc.) represents another time-based variable

هى الإشارات التى تتغير قيمتها مع مرور الزمن ويتم التعبير عنها كقيمة Value وليس حالة True or false مثل قيمة الجهد أو الضغط أو المنسوب أو التصرف ...الخ

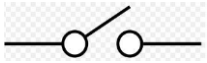
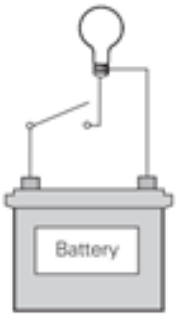
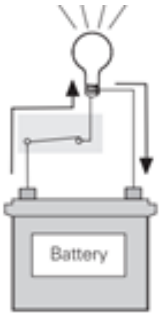
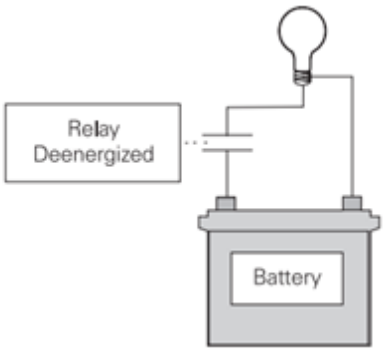
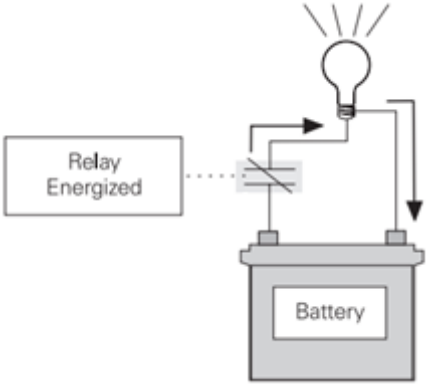



الشكل ٨ :Analog Signal

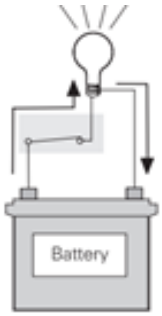
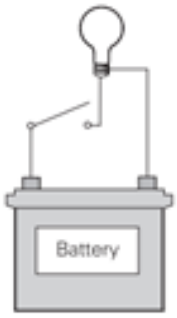
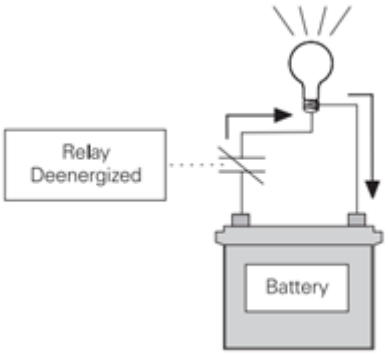
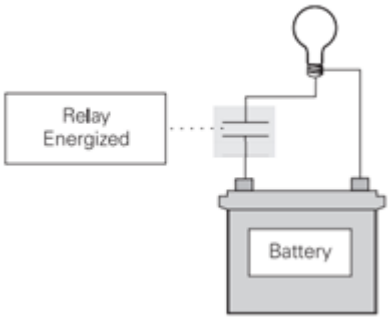
## نقاط التلامس Contacts

تحتوى جميع مكونات دوائر التحكم على نقاط التلامس التى تستخدم لتوصيل أو فصل الدائرة الكهربية (أو بمعنى أدق التغية الكهربية عند هذه النقطة ) مثل نقاط التلامس الموجودة على الريلاي أو النقاط المساعدة على الكونتاكتور (Auxiliary Contacts).

**النقطة المفتوحة ( Normally open Contact NO) :** عبارة عن مسار كهربى يكون مفتوح كهربياً ولايسمح بمرور التيار فى الوضع الطبيعى بدون اى تأثير ، وفى حالة التأثير عليه تتغير حالته إلى Closed اى يقوم باغلاق المسار مما يسمح بمرور التيار الكهربى .

| Contact | Normal state | After Action |
|---|---|---|
| Normally Open  IEC symbol |   |   |
| Normally Open NEMA symbol |   |   |

**النقطة المغلقة (Normally Closed Contact NC) :** عبارة عن مسار كهربى يكون مغلق كهربياً ويسمح بمرور التيار فى الوضع الطبيعى بدون اى تأثير ، وفى حالة التأثير عليه تتغير حالته إلى Open اى يقوم بفتح المسار الكهربى ولايسمح بمرور التيار.

| Contact | Normal state | After Action |
|---|---|---|
| Normally Closed IEC symbol |   |   |
| Normally Open NC NEMA symbol |   |   |

**ويتم وصف شكل نقطة التلامس Contactsعن طريق الاتى:-**

١. **عدد أقطاب التوصيل Poles :** تشير إلى عدد خطوط التوصيل مثل القاطع الأحادى MCB 1Pole أو القاطع الثنائى MCB 2Pole ... وهكذا

Pole describes the number of isolated circuits that can pass through the relay at one time.

٢. **عدد مسارات الكهرباء Throw** وتكون مسار وأحد أو مسارين

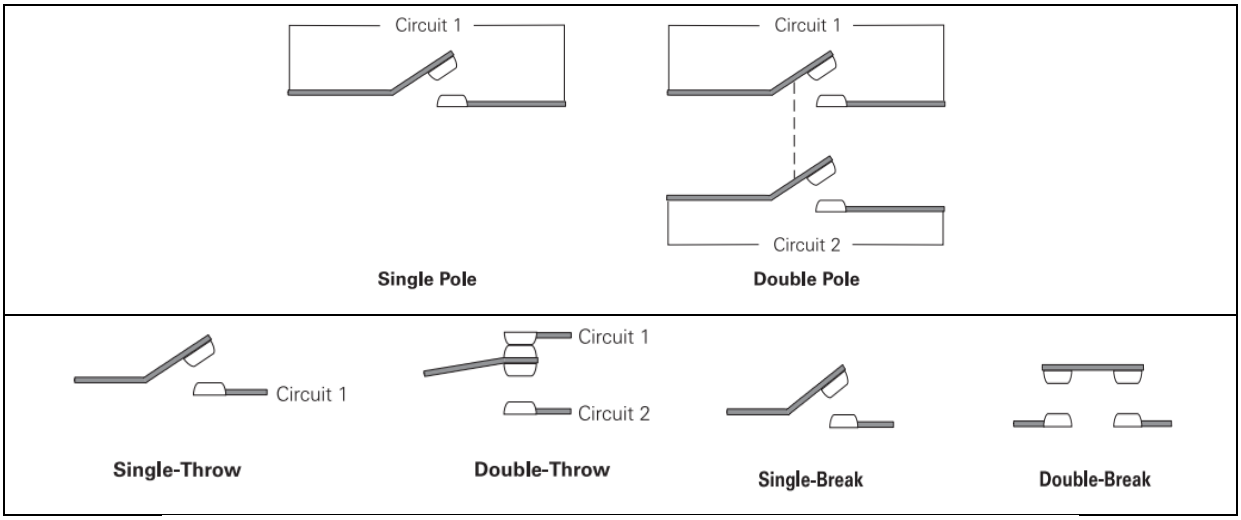
Throw is the number of different closed-contact positions per pole. This is equal to the total number of different circuits each pole controls.

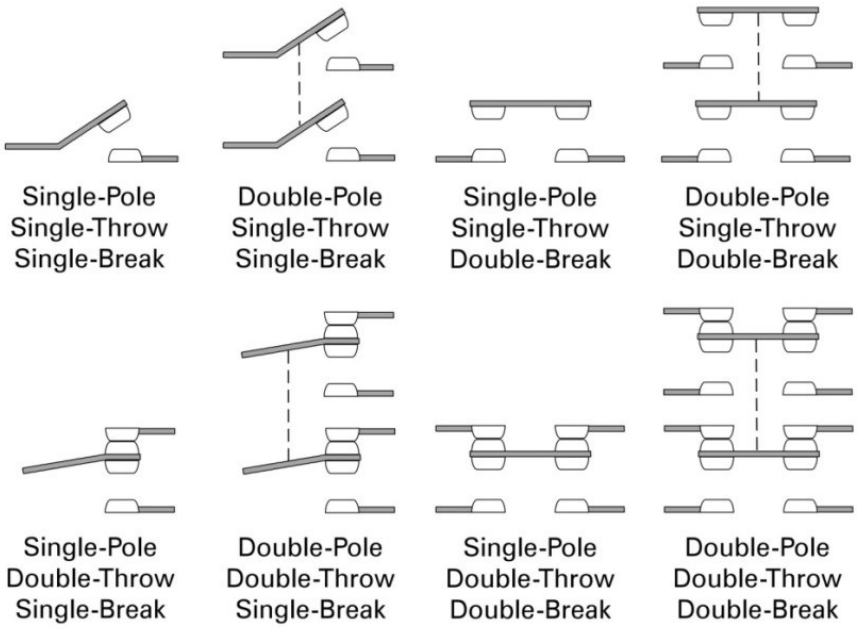
- **المسارالوأحد Single Throw** يعنى أن كل النقاط المرتبطة ميكانيكيا معاً من نوع وأحد فقط Normally Open أو Normally Close

- **مزدوج المسار Double Throw** تعنى أن النقاط المرتبطة ميكانيكيا معاً من النوعين Normally Close & Normally Open

٣. **عدد نقاط القطع/التوصيل Break** بمعنى أن النقطة تفصل من جهه واحدة أو من جهتين) يتم التعبير عن شكل القطع للنقطة أما أن يكون قطع من جهة واحدة للنقطة كما فى الريلاي ( NO COM NC) أو أن شكل القطع فى الاتجاحين مثل النقطة المساعدة للكونتاكتور Auxiliary Contact

Break is the number of separate contacts the switch contacts use to open or close individual circuits.



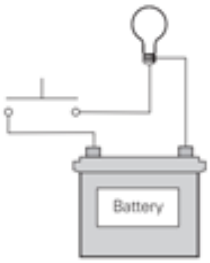
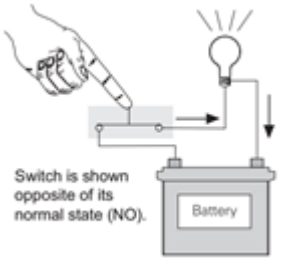
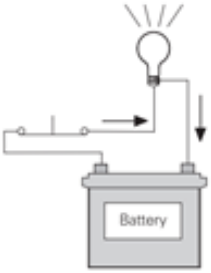
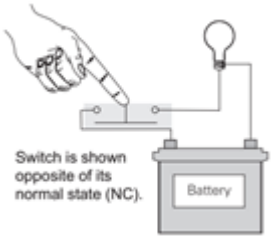




**الشكل ٩:شكل نقاط التلامس Contacts**

## الأزرار Pushbuttons

أحد مكونات لوحات التشغيل والتحكم والتي تستقبل الاوامر من المشغل عن طريق الضغط الميكانيكي

**الشكل ١٠: أشكال الأزرار Pushbuttons**

| Symbol | Normal state | After Action |
|---|---|---|
| NO Pushbutton with Normally Open Contact |   |   |
| NC Pushbutton with Normally Closed Contact |   |   |

**يوجد نوعين من الأزرار حسب طبيعة العمل**

١. **اللحظى Momentary** : فى حالة الضغط على الزر تتحول حالة نقاط التلامس من وضع open إلى close والعكس ، وتعود النقطة إلى وضعها الأصلى بعد إزالة الضغط (اى يعور الزر إلى وضعه الطبيعى) ، لايحتفظ بحالته . & Normal Case Normally Opened NO On press NO change to CLOSE & On Release Closed contact Change to NO

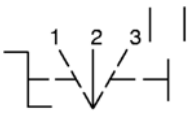
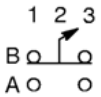
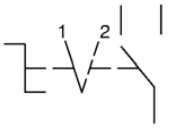
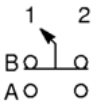
٢. **الدائم Maintained:** هذا النوع من الأزرار يحتفظ بحالته فى حالة الضغط عليه ، عند الضغط عليه أول مرة تتحول نقاط التلامس من Open إلى close والعكس وعند إزالة الضغط تظل النقطة على وضعها إلى Close وعند الضغط علية مرة أخرى تتحول النقطة من Close إلى Open .... وهكذا ، ويشبة إلى حد كبير عمل الـ Selector (ON/OFF) .

**مفاتيح التبديل Switches**

أحد المكونات التى يتغير حالتها تحت تأثير حدث معين ، وتكون الأحداث المؤثرة يدوية/ميكانيكية أو أحداث تعتمد على قياسات ( قيم إشارات مقاسة State at Set Point)

- **اليدوية/الميكانيكية Selector switch**

تتغير حالته عند التأثير عليه يدوياً (تأثير ميكانيكى ) ويبقى على وضعه حتى يتم التأثير علية مرة أخرى عكس الاتجاه ، كما يوجد منه أنواع تتغير ميكانيكياً ولكنها تعود إلى وضعها الأصلى عند إزالة الضغط عليها ويسمى Selector Switch with Spring Return

| Three-position | | Two-position | |
|---|---|---|---|
| IEC | NEMA | IEC | NEMA |
|  |  |  |  |

| Letter Sym | Position | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| A | X | | |
| B | | | X |

| Letter Sym | Position | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| A | | X |
| B | X | |

**الشكل ١١: أشكال مفاتيح التبديل Selector Switch**

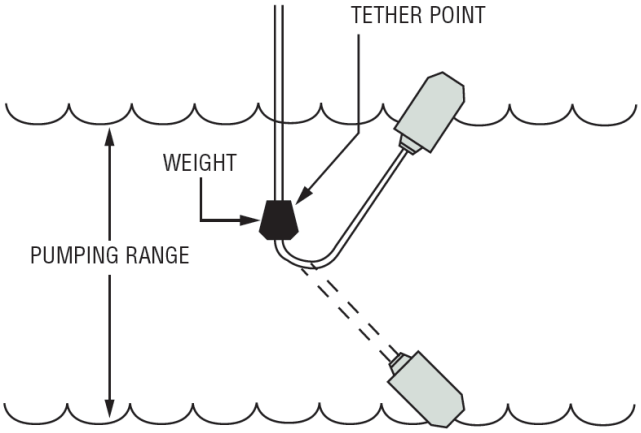
- **المعتمدة على القياسات**

**١. Float switch :**

المفتاح العائم (العوامة) float switch : هذا النوع من المفاتيح يستخدم للتحكم في مستوى منسوب المياه أو السوائل في الخزانات وذلك بتحكمه في تشغيل مضخة المياه

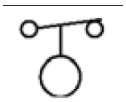
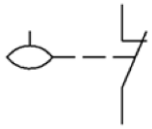
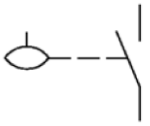
ويتكون هذا المفتاح من :

- صندوق بلاستيكي بداخله كرة حديدية ومفتاح تبديل
- ثقل :والغرض منه موازنة الصندوق البلاستيكي للفصل في حالة إمتلاء الخزان



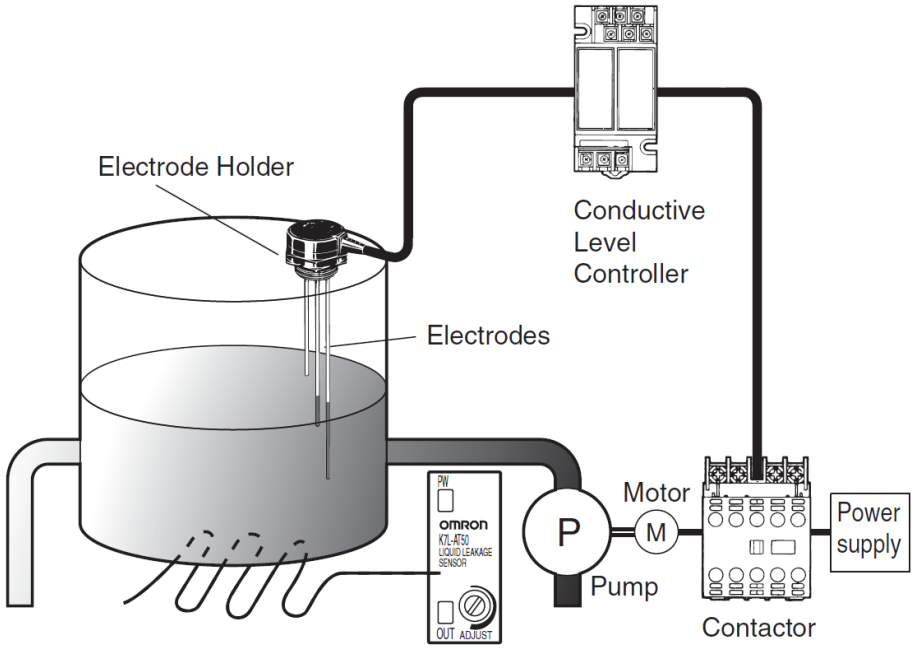

**الشكل ١٢:العوامة - Float switch**

وعند الوصول لارتفاع معين عن طريق الطفو فوق السائل تتحول نقاط التلامس من Normally Open to Closed أو العكس وعند النزول إلى مستوى منخفض تعود النقاط إلى وضعها الأصلى Normally Close.

| Float switch (Normally Closed) NC | | Float Switch (Normally Open) NO | |
|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC |
|  |  | |  |

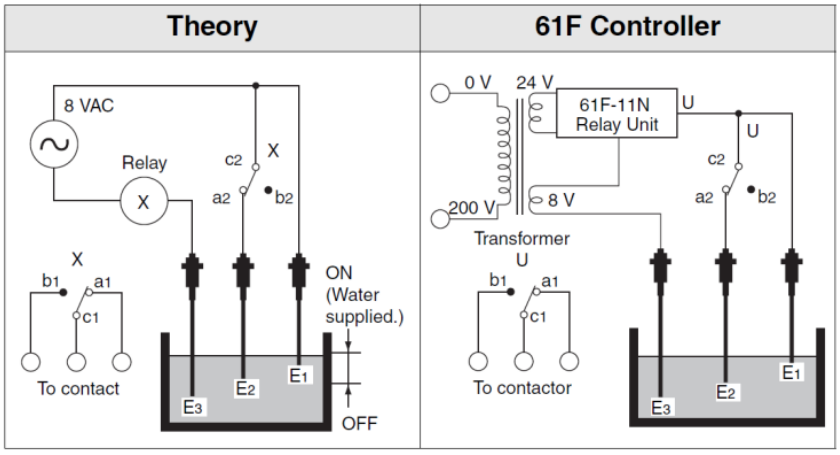
## ٢. Level electrode Switch:

عبارة عن مجموعة من القضبان والتى تستخدم فقط فى السوائل التى تسمح بالتوصيلية الكهربية. ويستخدم فى تحديد مناسيب (الخزانات وبيارات السحب) للتشغيل أو الإيقاف للطلمبات، ويتم توصيل هذه الأقطاب بريلاي مخصص لها للحصول على نقاط توصيل Contacts يتم إستخدامها فى دوائر التحكم.ويتم إستخدامه فى أنظمة نزح المياه De-watering Pump System ، كما يستخدم أيضاً فى الحماية Dry Running Protection والتحكم فى تشغيل وإيقاف المضخات طبقاً للمنسوب.



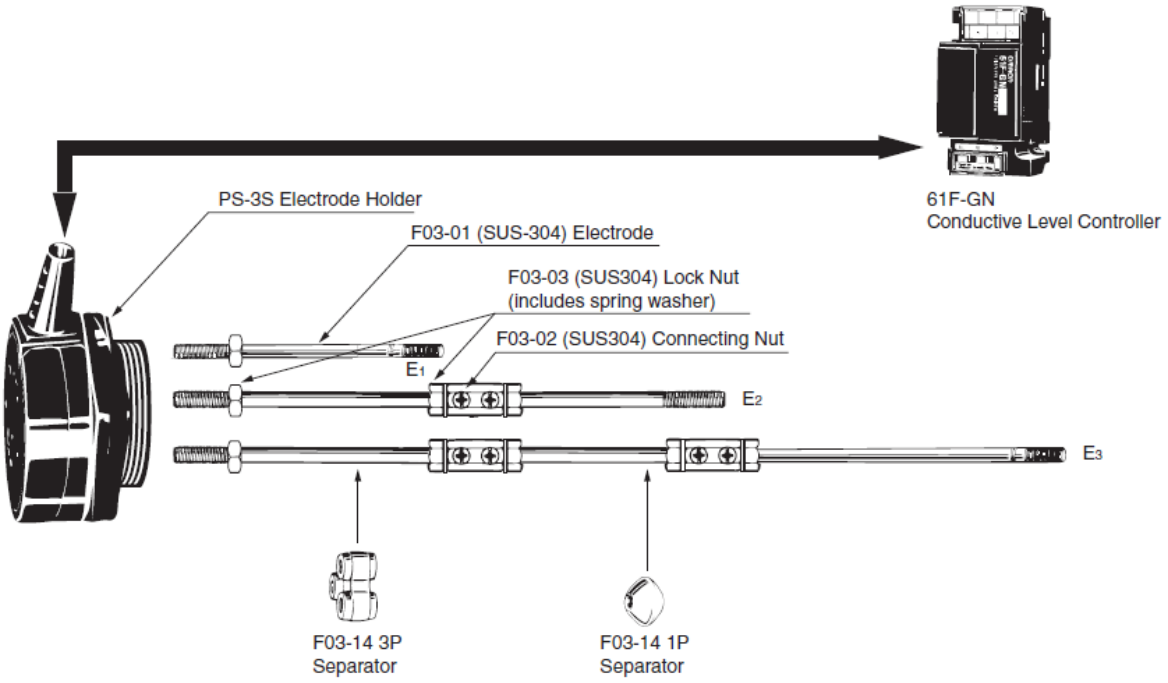

**الشكل ١٣:منظومة تحكم لملئ الخزان عن طريق Level electrode controller**

**Figure 4. Self-holding Circuit**



## Number of Parts Required During Installation (Electrodes)

**Automatic Water Supply and Drainage Control**




**الشكل ١٤ : مكونات Level electrode**

### ٣. مفتاح نهاية المشوار Limit Switch :

يتم إستخدامه للتأكد من الوصول إلى نقطة معينه ، مثل الأوناش ( التأكد من الوصول إلى نقطة البداية أو النهاية) وأيضاً المستخدم مع المشغلات الكهربية (إشارة بيان الوصول إلى نقطة الفتح الكامل أو الغلق الكامل ) ، كوبرى الرمال المستخدم فى محطات المعالجة (بيان وصول الكوبرى إلى بداية أو نهاية المسار) ويكون عبارة عن مكون ميكانيكى ملحق به نقطة كهربية (Contact)

تتغيير حالتها عند التأثير عليها (Normally Open إلى Closed - أو - Normally Closed إلى Open) . وله أشكال متعدد وأحجام مختلفة ويتم إختياره حسب التطبيق.

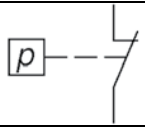
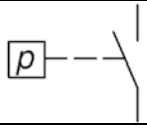
| Limit switch (Normally Closed) | | Limit Switch (Normally Open) | |
|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC |
| | | | |

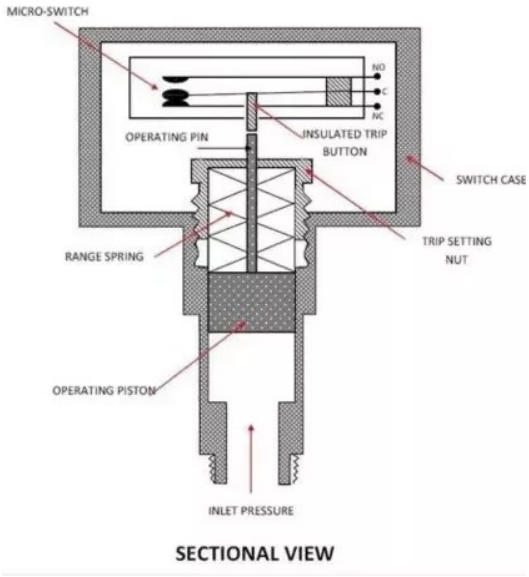
**الشكل ١٥:مايكروسويتش – Micro Switch**

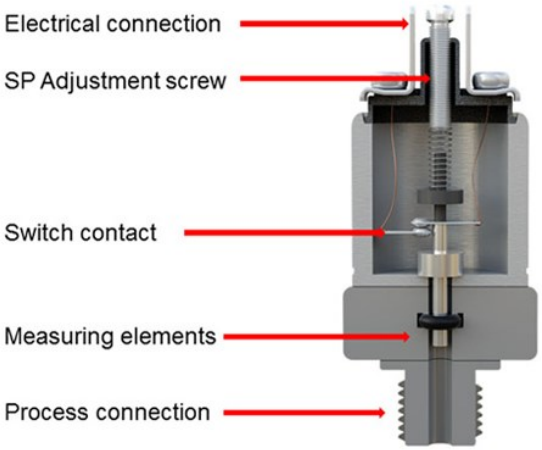
**الشكل ١٦:ليميت سويتش – Limit Switch**

### ٤. مفتاح الضغط Pressure Switch :

جهاز يستخدم فى تطبيقات السوائل أو الغازات المضغوطة ،يقوم بإعطاء إشارة الفصل أو التوصيل نتيجة تأثير الضغط (عند الوصول إلى قيمة معينة يتم ضبطها) ، وملحق به نقطة كهربية (Contact) تتغيير حالتها عند التأثير عليها (Normally Open إلى Closed - أو - Normally Closed إلى Open) . وله أشكال متعدد وأحجام مختلفة ويتم إختياره حسب التطبيق.من التطبيقات الشائعة إستخدامه فى ضواغط الهواء Compressor الكمبروسور. ويستخدم لحماية المضخات بكافة أنواعها.

| Pressure switch (Normally Closed) | | Pressure Switch (Normally Open) | |
|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC |
| |  | |  |

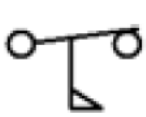
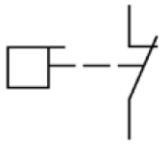
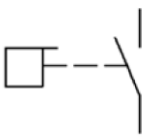


**الشكل ١٧: مفتاح الضغط Pressure switch**

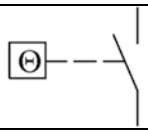
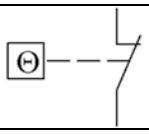
### ٥. مفتاح التصرف / التدفق Flow Switch :

جهاز يستخدم لبيان سريان السائل عند نقطة معينة . وملحق به نقطة كهربية (Contact) تتغيير حالتها عند التأثير عليها (Normally Open إلى Closed - أو - Normally Closed إلى Open) . وله أشكال متعدد وأحجام مختلفة ويتم إختياره حسب التطبيق. ويستخدم فى أنظمة التحضير للطمبات (Priming System).

| Flow switch (Normally Closed) | | Flow Switch (Normally Open) | |
|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC |
|  |  | |  |

### ٦. مفتاح الحرارة Temperature switch:

جهاز يستخدم فى التطبيقات التى تتأثر بدرجات الحرارة ،حيث يقوم الجهاز بإعطاء إشارة الفصل أو التوصيل نتيجة تأثيردرجة الحرارة (بمعنى الوصول إلى قيمة معينة ، وهذه القيمة يتم ضبطها لكى تلائم التطبيق) ، وملحق به نقطة كهربية (Contact) تتغيير حالتها عند التأثير عليها (Normally Open إلى Closed - أو - Normally Closed إلى Open) . وله أشكال متعدده وأحجام مختلفة ويتم إختياره حسب التطبيق.

| Temperature Switch (Normally Open) | | Temperature switch (Normally Closed) | | |
|---|---|---|---|---|
| IEC | NEMA | IEC | NEMA | |
|  | |  | | |

**الشكل18 :مفتاح الحرارة Temperature switch**

كما يوجد أنواع أخرى مخصصة للتعامل مع درجات الحرارة (المقاومات الحرارية) مثل Positive Temperature Coefficient (PTC) أو Negative Temperature Coefficient (NTC) والذى يستخدم لبيان درجة حرارة ملفات المحركات الكهربية والمضخات الغاطسة ويتم توصيلة بمرحل/ريلاي خاص به ثم توصيلة بدائرة التحكم لفصل الحمل عند درجات حرارة معينة

بالاضافة إلى PT100 المستخدم فى بيان درجة حرارة (مثل درجة حرارة رلمان بلى المضخات.)

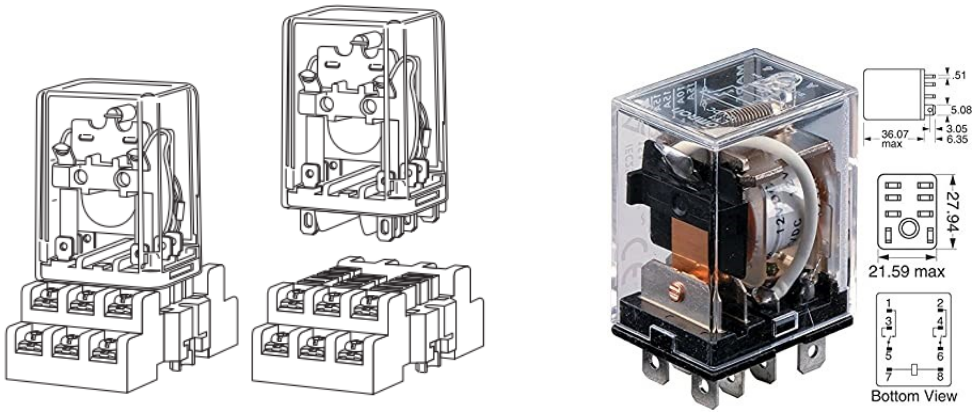
وتعد من المكونات الكهربية التى تستخدم فى دوائر الحماية لكافة المحركات و الطلمبات بكافة أنواعها.

**الريلاي/المرحل Relay**

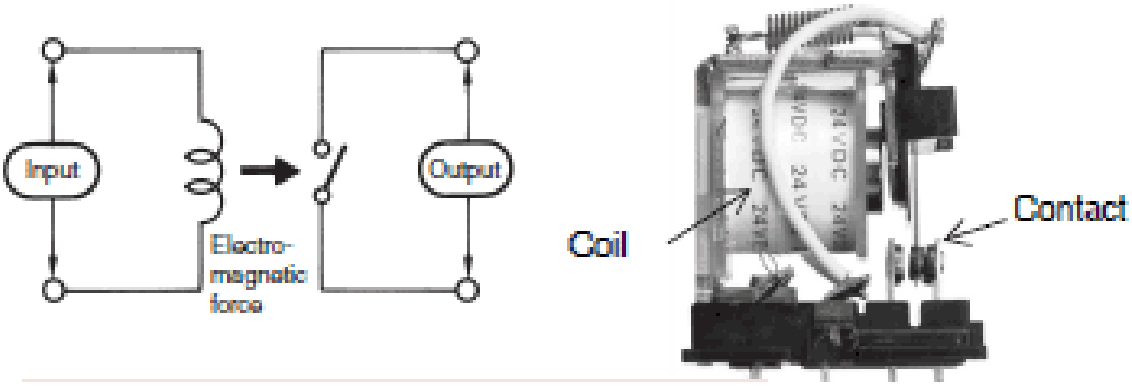
هي عبارة عن عنصر ميكانيكي /كهربي يتكون من مفتاح ميكانيكي يمكن التحكم به كهربياً من خلال تطبيق جهد على الملف الموجود بداخله . عند تواجد الإشارة الكهربية على أطراف الملف الكهربى (Coil) الداخلى للريلاي فإنه يتحول إلى مغناطيس يجذب الاطراف المرنة لنقاط التلامس وتحويل حالتها من مفتوحة الي مغلقة أو العكس .

A relay is an electrically operated switch. It consists of a set of input terminals for a single or multiple control signals, and a set of operating contact terminals.

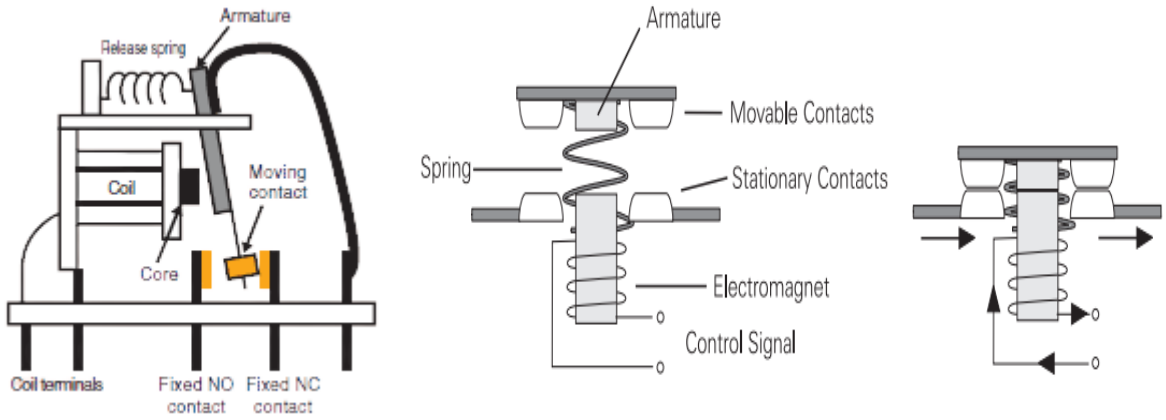
An electromechanical relay is an electrical switch that is typically operated by using electromagnetism to operate a mechanical switching mechanism.




**الشكل ١٩ : شكل الريلاي Relay**




**الشكل ٢٠ : مكونات الريلاي Relay والدائرة المكافئة**




**الشكل ٢١ :الشكل الداخلي للريلاي Coil & Contacts**

ويوجد أنواع أخرى تسمى (السولد ستات ريلاي Solid State Relay ) والذى تعتمد فكرة عمله على أشباه الموصلات Semi-Conductors ويستخدم فى التطبيقات التى تعتمد على Fast Switching لاتمام عملية التحكم مثل التحكم فى تشغيل وفصل السخانات الكهربية للتحكم فى درجة الحرارة.

**كيف يتم تحديد وشراء الريلاي Relay**

- تحديد جهد تشغيل ملف الريلاي (على سبيل المثال ... 110V , 24V , 220V متردد أو مستمر حسب دائرة التحكم )
- تحديد عدد الاطراف ويكون (٣*عدد النقط )+ ٢

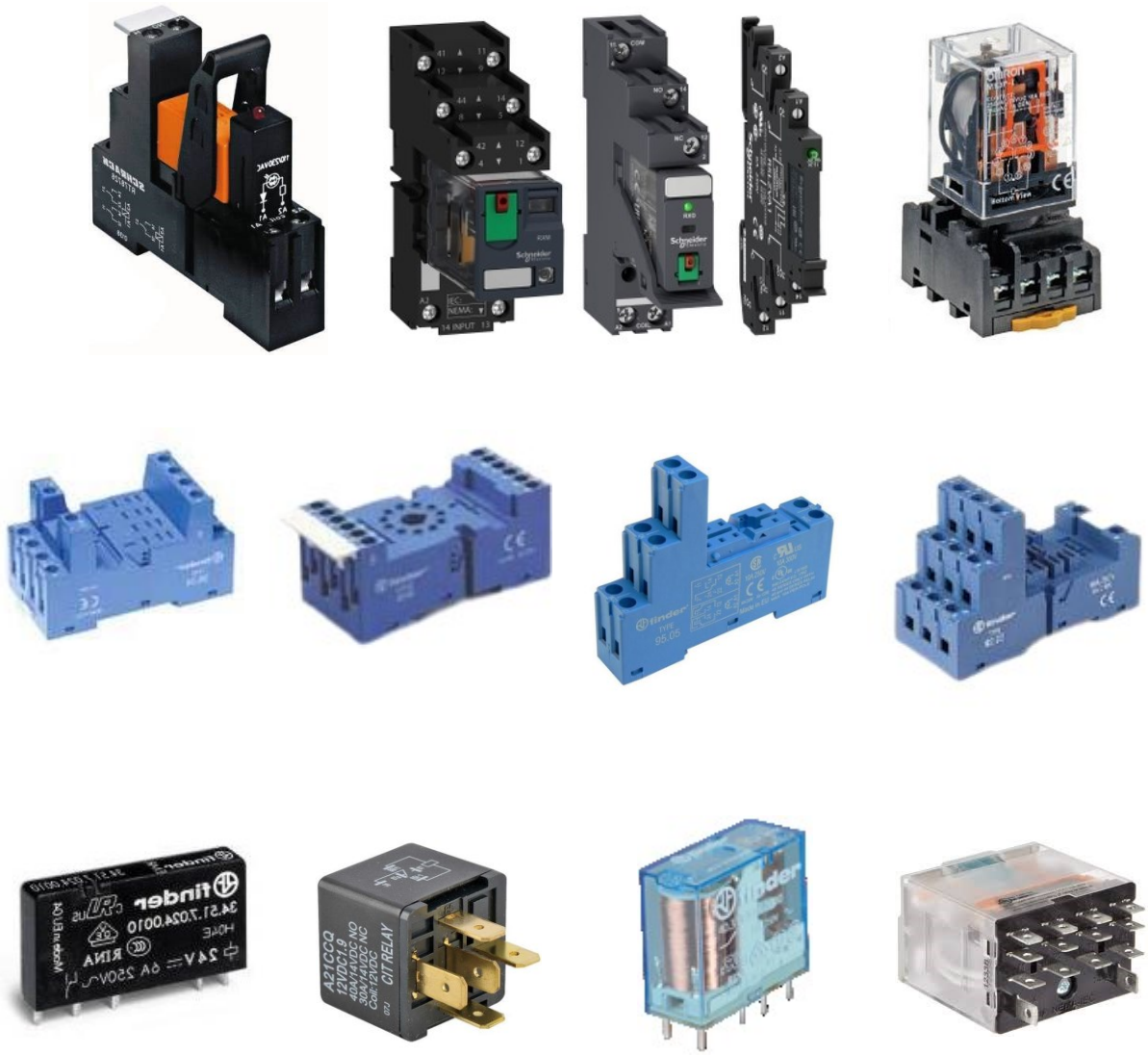
على سبيل المثال عند الاحتياج إلى عدد ٣ نقاط (Contacts)

يكون عدد اطراف الريلاي المطلوب (عدد النقاط ٣ * ٣) + اطراف الملف ٢= ١١ طرف

تكون النقطة عبارة عن ٣ اطراف (طرف COM ، طرف NO ، طرف NC)

- التيار/الامبير اللى تتحملها النقطة مثل ٨ امبير أو ١٠ امبير
- طريقة التثبيت والحجم المناسب

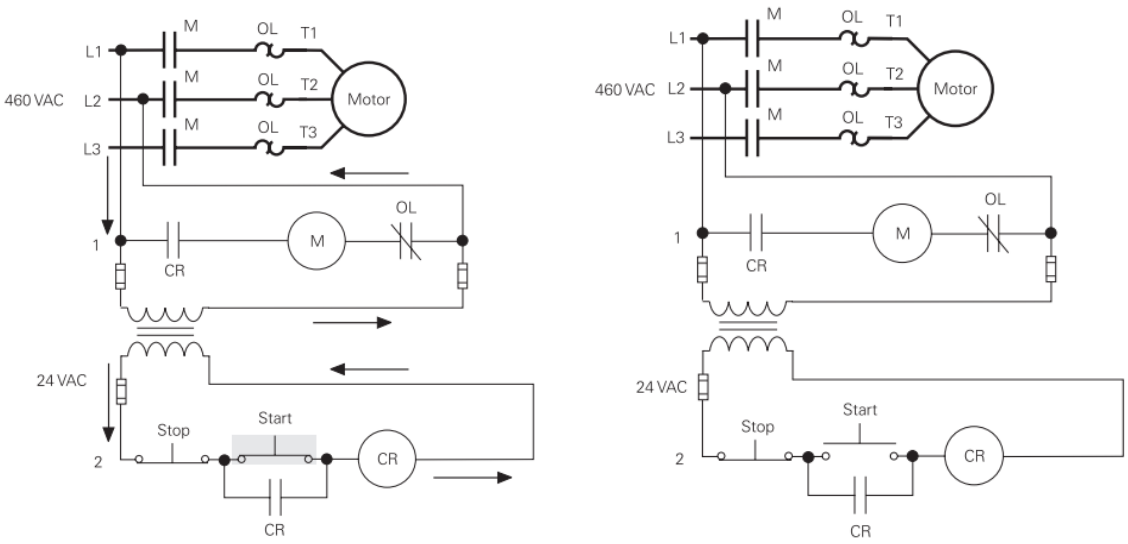
ويتكون الريلاي المستخدم فى التطبيقات الصناعيه (اللوحات الكهربية ولوحات التحكم)من قطعتين (الريلاي Relay+ القاعدة Base) ،كما يوجد منه أنواع يتم تثبيتها على اللوحات الالكترونيه PCB Relay . ويوجد العديد من أحجام الريلاي



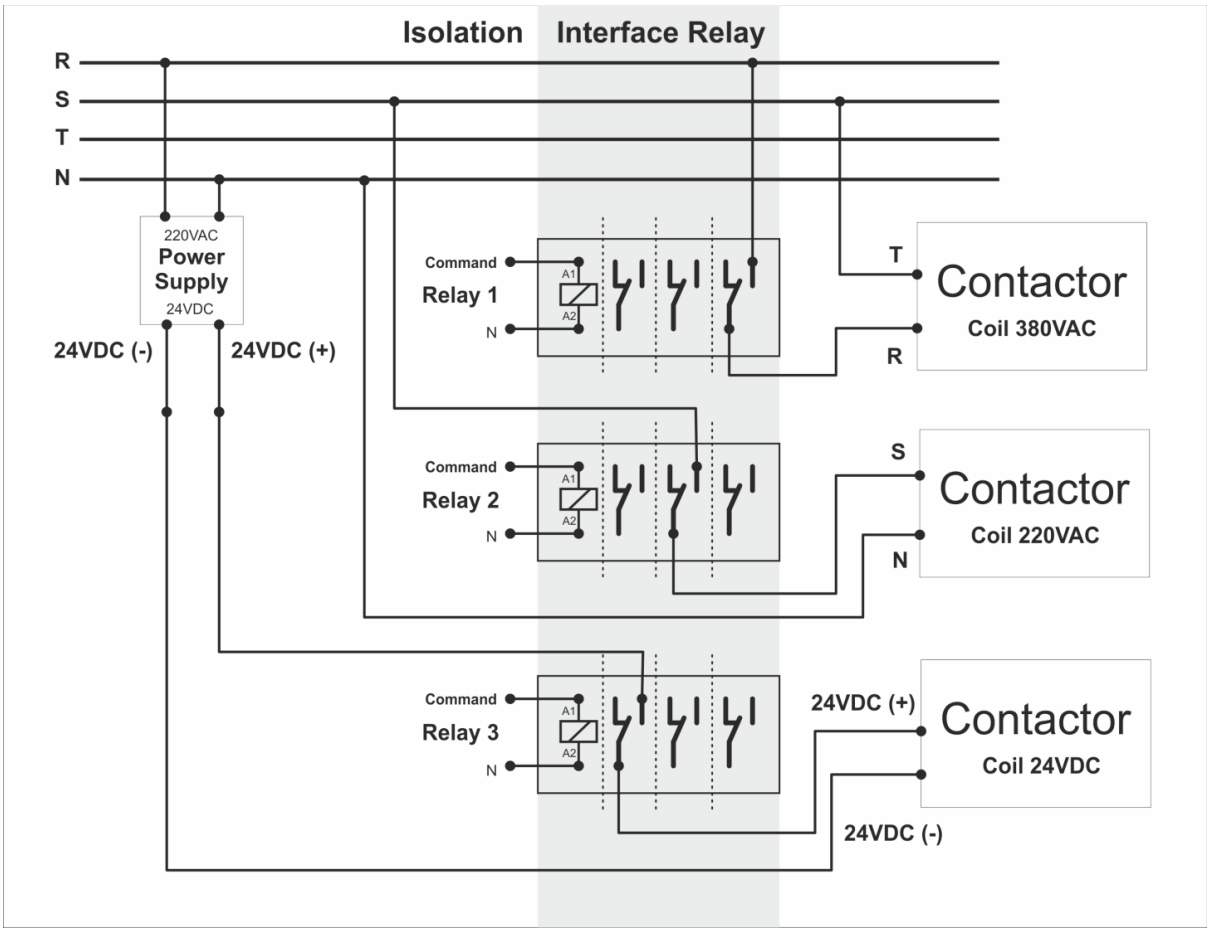
## إستخدامات الريلاي فى دوائر التحكم

### ١. Interface/Isolation circuits

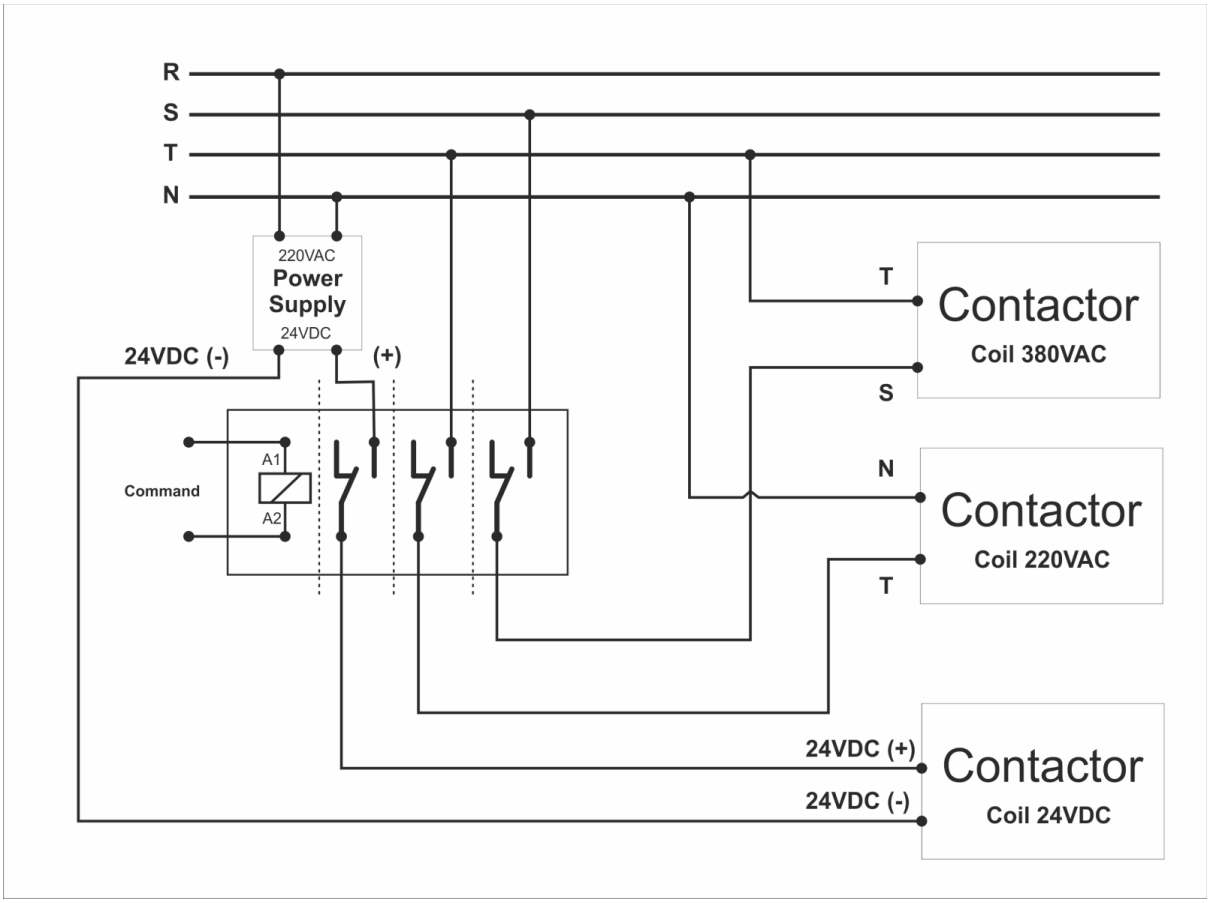
يتم إستخدام الريلاي للفصل والعزل بين الدوائر التى تعمل بمصادر مختلفة وهذ يحث نتيجة تنوع الأحمال الكهربية (أحمال تعمل على جهد 380vac وأخرى تعمل بجهد 220vac وأخرى تعمل على جهد 24vdc.... الخ)او تداخل دوائر التحكم ذات جهد تحكم مختلف ( 220vac , 24vdc , 12vdc , 5vdc ....etc) ، ويعتبر الريلاي من أفضل المكونات التى تساعد على هذا الفصل التام ، وأيضاً عمل توافق بين الأحمال الكهربية (دوائر القوى) ودوائر التحكم معاً




Start- Stop: pushbutton, CR: Control Relay(coil & Aux Contacts) , M: Contactor Coil



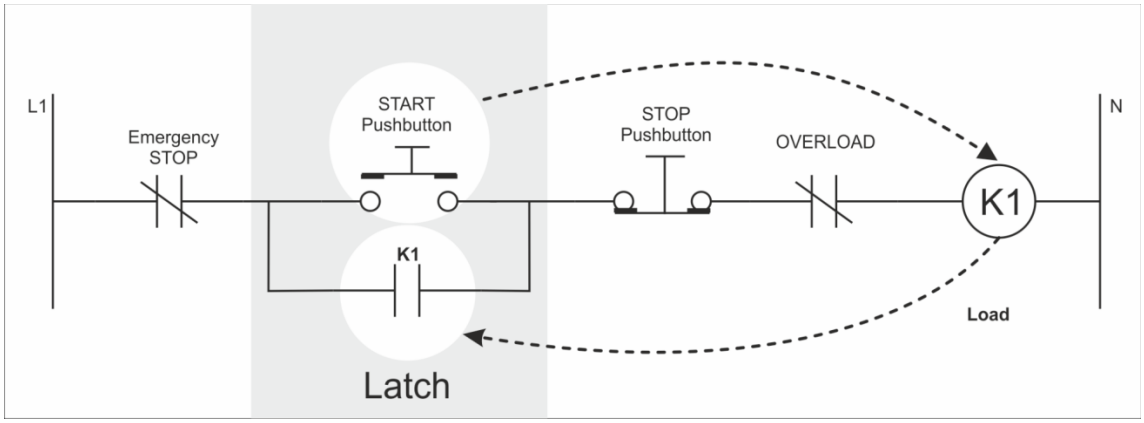

يتم عمل Interface بإستخدام الريلاي بين دوائر التحكم المبرمج ( PLC) ودوائر التحكم التقليدى (Classic Control) ، ويمكن أن تحتوى دوائر التحكم التقليدى أيضاً على دوائر الـ Interface عن طريق الريليهات .

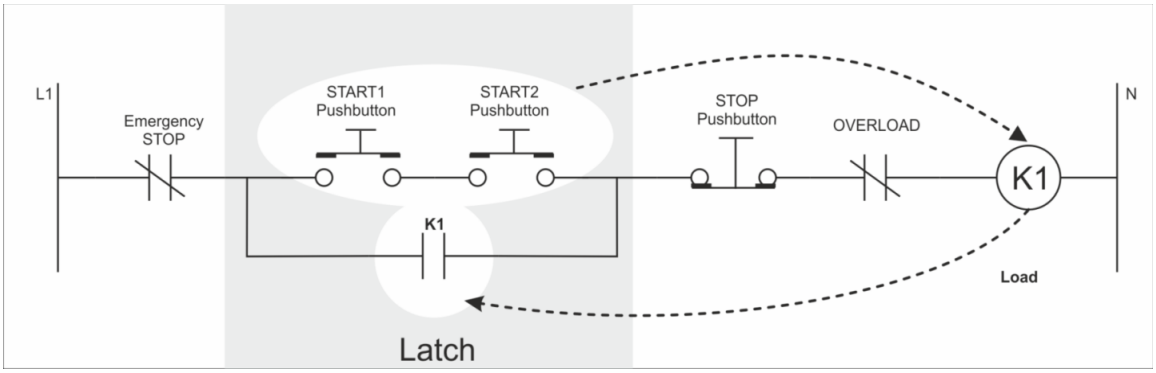



يوضح الرسم السابق كيفية تشغيل الأحمال الكهربية المختلفة فى حالة إختلاف جهد التشغيل لها عن طريق الريلاي وذلك شرط أن تعمل معاً فى نفس الوقت وهذا النوع من الدوائر غير شائع الإستخدام ، كما إنه يمكن إستخدامه فى حالة نقل إشارات الحالة Signal Status بين دوائر التحكم المختلفة فى جهد التغذية.

### ٢. الاحتفاظ بالإشارة Latch operation

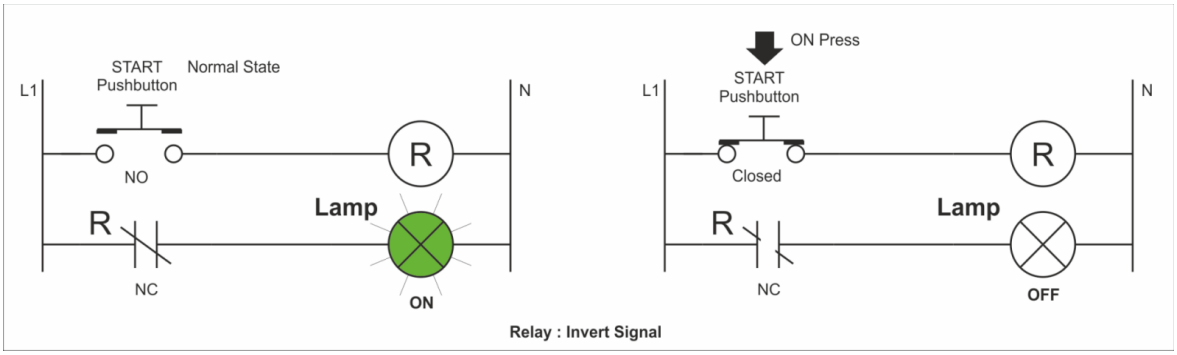
يسطيع الريلاي أن يحفظ الإشارة بمجرد تشغيلها مرة واحدة ويتم ذلك عن طريق توصيل إشارة التشغيل (الإشارة المراد حفظ حالتها) على التوازى مع نقطة مفتوحة من الريلاي و أن تقوم الإشارة المراد حفظ حالتها بتشغيل ملف الريلاي.ويتم إيقاف عملية حفظ الإشارة عن طريق إيقاف تشغيل الريلاي أو قطع طريق التوازى مع الإشارة المراد حفظ حالتها.



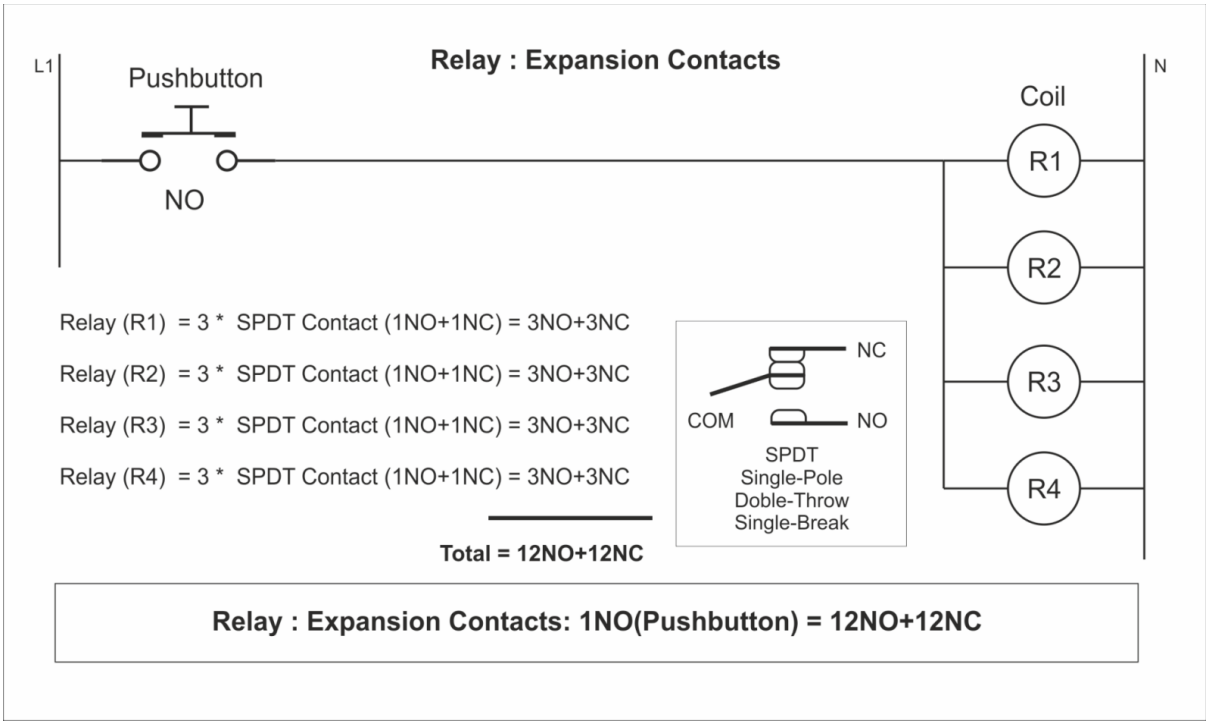

### ٣. عكس إشارة التحكم Invert control signal

يمكن إستخدام الريلاي لعكس حالة الإشارة. بمعنى عندما يكون المطلوب نقطة مغلقة Normally Closed NC وغير متاح غير نقطة Normally Open NO فإنه يتم توصيل النقطة المفتوحة المتاحة لتشغيل الريلاي (تشغيل ملف الريلاي) ثم يتم إستخدام نقاط التلامس الموجودة على الريلاي وفى هذه الحالة يتم إستخدام نقطة مغلقة Relay-NC.



## ٤. زيادة إعداد النقاط المساعدة Expansion contact

عندما يكون مطلوب أكثر من نسخة من إشارة واحدة لإستخدامه فى العديد من الدوائر المتصلة مع بعضها وغير متاح إلا نقطة واحدة فإنه يتم إستخدام هذه النقطة لتشغيل الريلاي اى تشغيل ملف الريلاي ثم يتم إستخدام العدد المناسب من النقاط المتوافرة على هذا الريلاي . ويمكن إستخدام أكثر من ريلاي معا. وتعد دوائر التحكم التى تتضمن وظيفة الLAMP TEST من أكثر الدوائر التى تحتاج إلى زيادة عدد النقاط .



## المؤقتات الزمنيه Timer

يتشابه المؤقت الزمني (التايمر) مع الريلاي ولكن المؤثر الفعلى لتغير حالة الريلاي يتكون من إشارة بدء مع تأثير زمني ويوجد العديد من المؤقتات الزمنية التى تستخدم فى عمليات التحكم

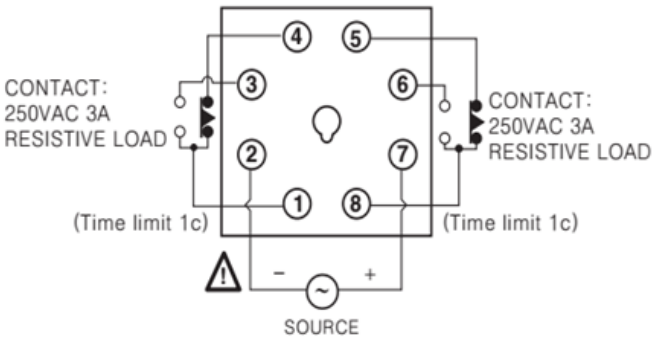
A timing relay is similar to a control relay, except that certain of its contacts are designed to operate at a preset time interval, or time lag, after the unit's energized, or de-energized.

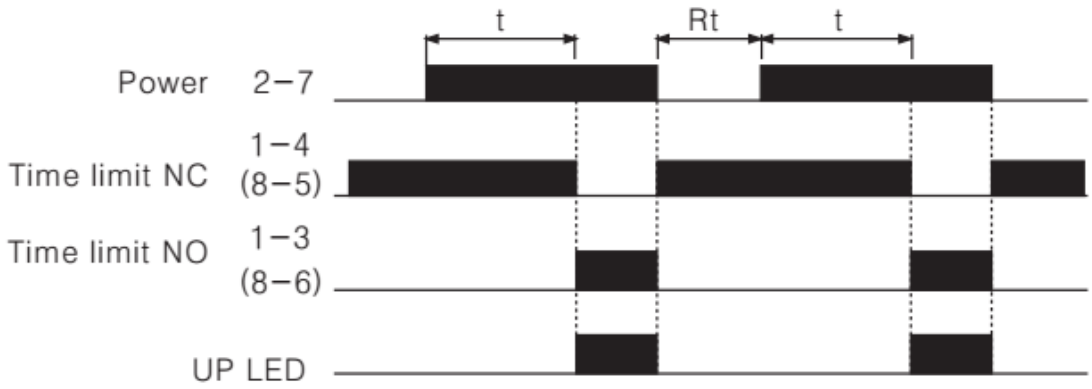
ويوجد منه أنواع متعددة هوائى – إلكتروني – أنالوج/مؤشر – وظيفة واحدة أو متعدد الوظائف.

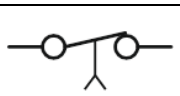
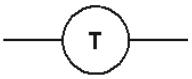
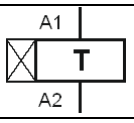
### ١. مؤقت تأخير التشغيل (ON-Delay Timer)

عبارة عن مؤقت زمني يعمل على تأخير التشغيل .عند تفعيله Energize Timer لايقوم بأى تغيير وينتظر حتى إنتهاء الوقت المطلوب وبعد ذلك يقوم بتغير حالة النقطة المفتوحة NO إلى مسار مغلق Closed وبالمثل النقطة المغلقة NC إلى مسار مفتوح Opened .ويظل ثابت على هذا الوضع حتى عمل RESET وذلك عن طريق عمل De-energized المؤقت ثم بعد ذلك يتم تكرار العملية مرة أخرى

— Set Power (Energize Timer)
— Wait Some Time
— After Waiting (delay)
— **NO** Change to **Closed** Contact
— **NC** Change to **Opened** Contact

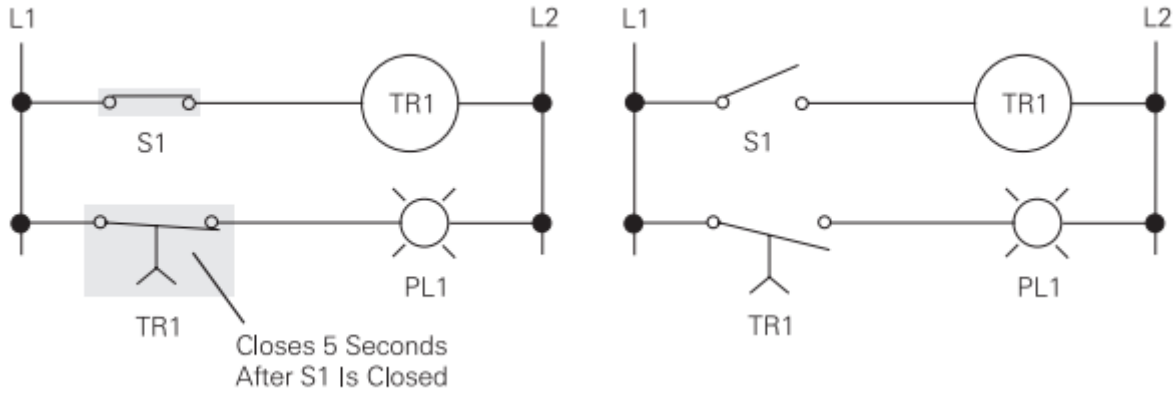





| ON-Delay Timer (Normally Closed) | | ON-Delay Timer (Normally Open) | | COIL | |
|---|---|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC | NEMA | IEC |
|  | | | |  |  |

**On-Delay, Timed Closed**

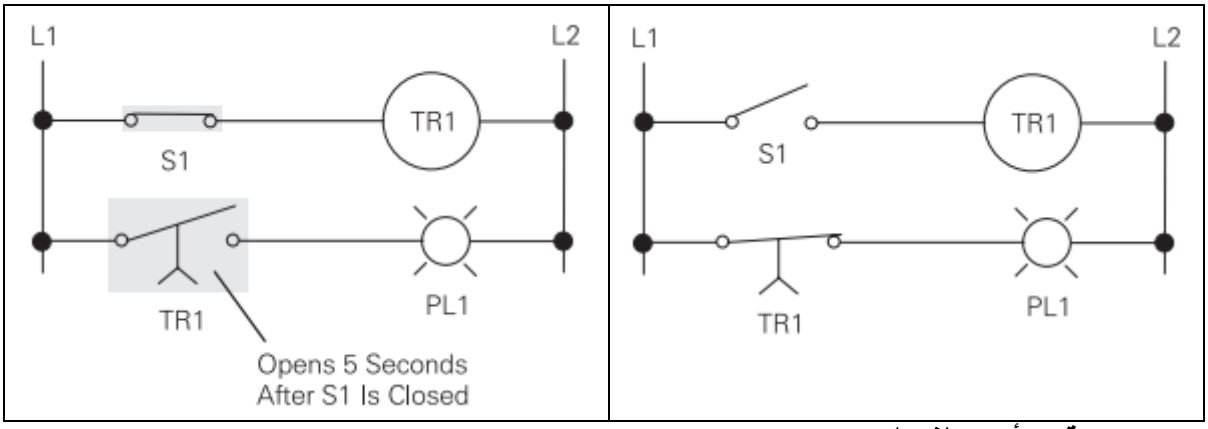
The following is an example of On-delay, timed closed, using a set of normally open (NO) contacts. This configuration is also referred to as normally open, timed closed (NOTC).The timing relay (TR1) has been set for an On-delay of 5 seconds.




**On-Delay, Timed Open**

The following is an example of On-delay, timed open, using a set of normally closed (NC) contacts. This configuration is also referred to as normally closed,

timed open (NCTO). PL1 is illuminated as long as S1 remains open. The timing relay (TR1) has been set for an ON delay of 5 seconds.

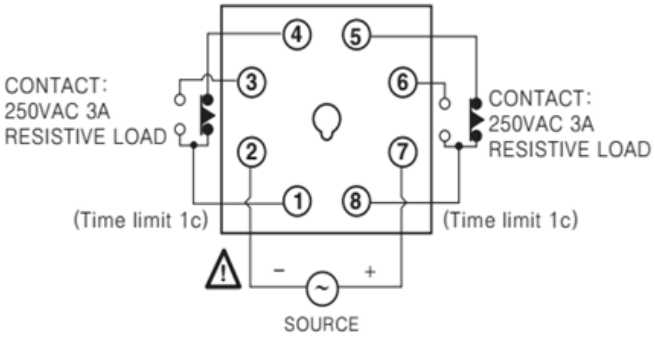


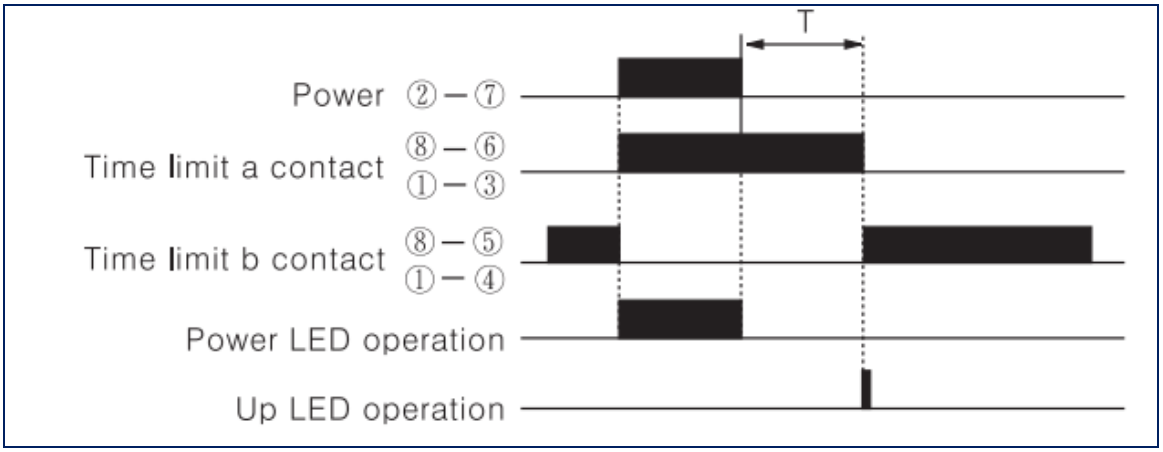

**٢. مؤقت تأخير الفصل ( OFF-Delay Timer )**

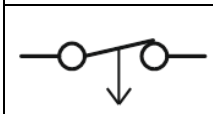
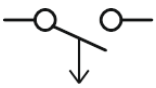
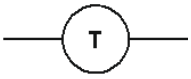
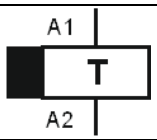
عبارة عن مؤقت زمني يعمل على تأخير الفصل . عند تفعيله Energize Timer يقوم بتغير حالة النقاط مباشرة (تتغير حالة النقطة المفتوحة NO إلى مسار مغلقة Closed وبالمثل تتغير النقطة المغلقة NC إلى مسار مفتوح Opened ). ويضل الوضع الحالى ثابت حتى عمل إيقاف De-energize timer ثم ينتظر حتى إنتهاء الوقت المطلوب وهنا يقوم بأعادة كافة النقاط إلى وضعها الطبيعى (النقطة المفتوحة NO المغلقة تتغير إلى مفتوحة ، النقطة المغلقة NC المفتوحة تتغير إلى مغلقة Closed).

— Set **Power ON**(Energize Timer)
—**NO** Change to **Closed** Contact
— **NC** Change to **Opened** Contact

—Set **Power OFF** (De-energized Timer)
—Wait some time (Delay)
—After waiting
—**NO** Change to **Opened** Contact
— **NC** Change to **Closed** Contact



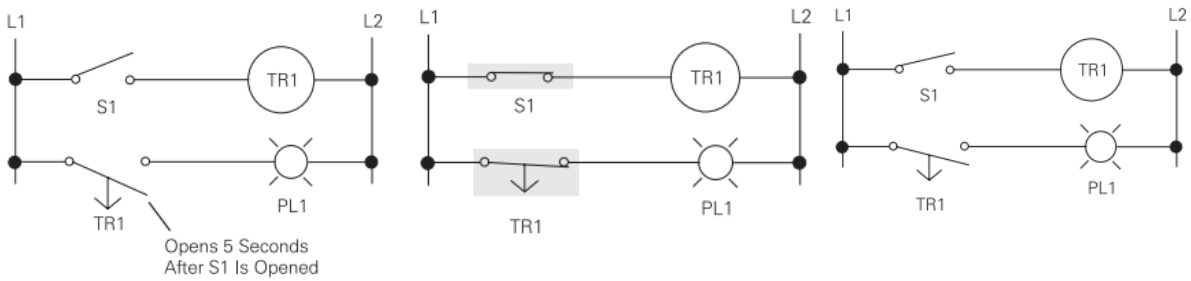



| ON-Delay Timer (Normally Closed) | | ON-Delay Timer (Normally Open) | | COIL | |
|---|---|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC | NEMA | IEC |
|  | |  | |  |  |



**Off-Delay, Timed Open**

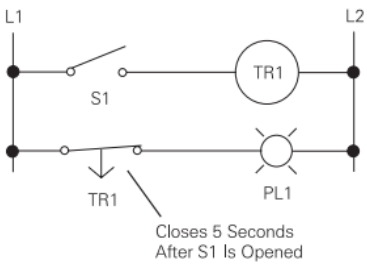
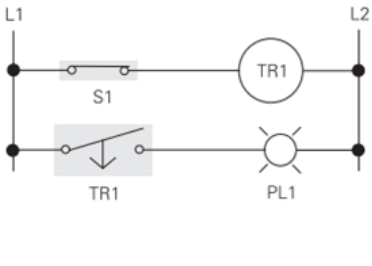
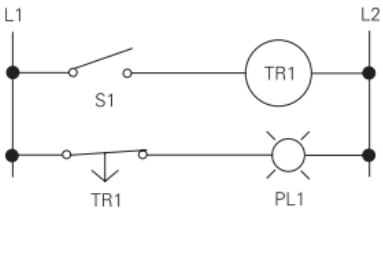
The following is an example of Off-delay, timed open, using a set of normally open (NO) contacts. This configuration is also referred to as normally open, timed open (NOTO). The timing relay (TR1) has been set for an off delay of 5 seconds. Closing S1 energizes TR1, causing its associated normally open TR1 contacts to close immediately and illuminate PL1.




(٣) (٢) (١)

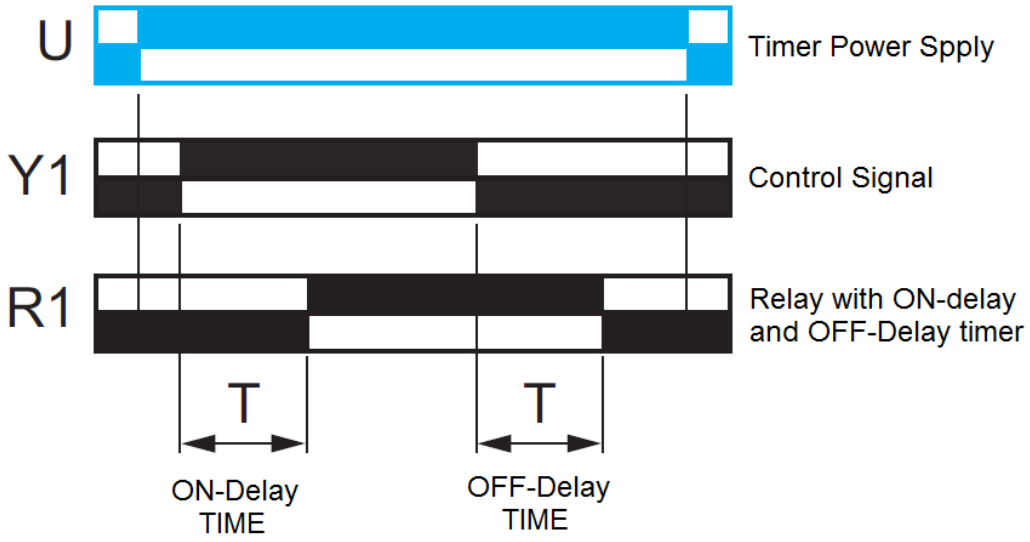
**Off-Delay, Timed Closed**

The following is an example of Off-delay, timed closed, using a set of normally closed (NC) contacts. This configuration is also referred to as normally closed, timed closed (NCTC). The timing relay (TR1) has been set for 5 seconds. PL1 is on. Closing S1 energizes TR1, causing its associated contacts to open immediately and extinguishing PL1.

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| (٣) | (٢) | (١) |

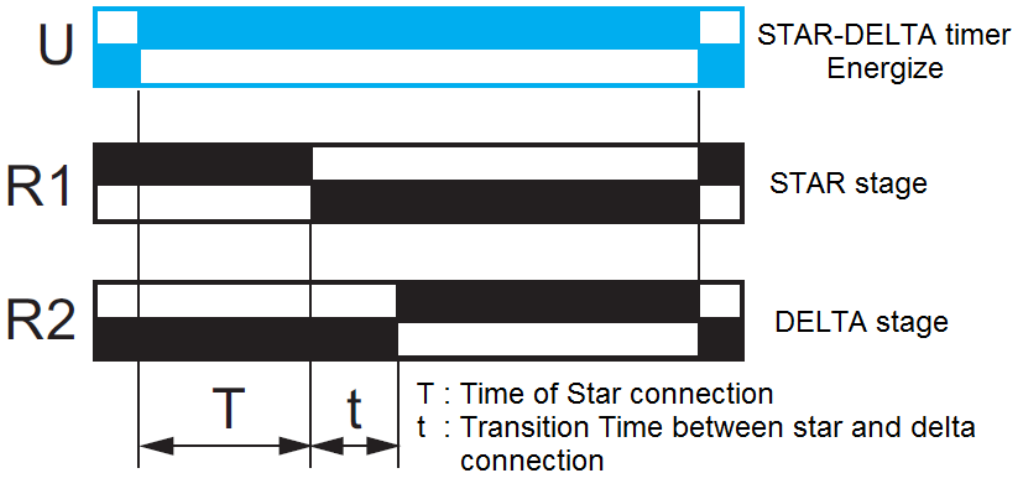
**٣. ON/OFF Delay timer**

أحد أنواع المؤقتات الزمنيه التى تجمع بين النوعين ON-Delay والـ OFF-Delay مع وهى تقوم بتأخير التوصيل عند وصول إشارة التحكم Control Signal وتأخير الفصل عند زوال إشارة التحكم Control Signal



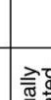
## ٤. مؤقت زمني لدوائر بدء الحركة ستار-دلتا Star-Delta Timer

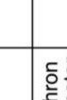
نظراً لكثرة دوائر بدء الحركة طريقة Star-Delta تم عمل هذا المؤقت لتسهيل دوائر التحكم ، كما إنه تم مراعاة الزمن الانتقالىTransition Time بين مرحلة الاستار Star ومرحلة الدلتا Delta ، وبذلك أصبح هناك زمن تشغيل مرحلة الاستار Time of STAR (T) وزمن الانتقال Transition Time (t).



**الشكل ٢٢ : تايمر ستار دلتا Star Delta timer**

## Symbols Used in Internal Connection Diagram

| Name | Symbol: Symbol used in catalogs | Symbol: Symbol defined by JIS | Description |
|---|---|---|---|
| NO contacts | | | Normally open contacts (A pair of contacts which are normally open when no relay input is applied.) |
| NC contacts | |  | Normally closed contacts (A pair of contacts which are normally closed when no relay input is applied.) |
| Transfer contacts | | | Transfer contacts (NO and NC contacts that have a common contact terminal are collectively called "transfer contacts".) The contacts shown in A and B are all transfer contacts. The NC contact is either on the right side or on the upper side. |
| Time-limit operating contacts | |  | A: NO contacts B: NC contacts |
| Time-limit resetting contacts | |  | A: NO contacts B: NC contacts |

| Name | Symbol: Symbol used in catalogs | Symbol: Symbol defined by JIS | Description |
|---|---|---|---|
| Time-limit operation time-limit resetting contacts | | | A: NO contacts B: NC contacts |
| Manually operated, automatic resetting contact |  |  | Contacts that reset when the operator releases their hand. These contacts are used, for example, to operate a pushbutton switch. (Same for pushbutton, pull, and rotating switches.) A: NO contacts B: NC contacts |
| Synchron ous motor |  | | A miniature motor which operates in synchronization with the power supply frequency. |
| Relay |  |  | An electromagnetic relay |
| LED |  |  | Used to indicate the operating status of the Timer. |

**كما يوجد العديد من الوقتات الزمنية مثل Pulse Timer و Interval Timer و Cyclic Timer و Flash timer ..... الخ**

## العدادات Counter

أحد مكونات دوائر التحكم التى تستخدم فى العمليات التى تحتاج إلى عملية العد ( Counting Operation ) و يتشابه عمله مع الريلاي ولكن المؤثر فى هذه الحالة هى الوصول إلى الرقم المحدد فى حالة Count Up أو الوصول إلى الصفر فى حالة Count Down

عندما تحتاج الدائرة إلى تشغيل أمر ما بعد عدد معين يتم ذلك بإستخدام العدادات Countersعن طريقة إشارة النبضة PULSE (ON then OFF to Count) عندما تتحول الإشارة من OFF إلى ON يتم العد ، ويكون العد لاعلى Count UP أو لاسفل Count DOWN أو فى الاتجاهين معاً Count UP & Down . وملحق به نقطة كهربية (Contact) تتغيير حالتها عند الوصول للعدد المطلوب (Normally Open إلى Closed - أو - Normally Closed إلى Open) .

يوجد أنواع تسمى "عداد ساعات التشغيل" (Run Time Hour) والذى يستخدم عادة مع لوحات تشغيل الوحدات مثل المولدات، المحركات ، الطلمبات .....الخ

يتم الإستخدام عندما تحتاج الدائرة إلى تشغيل أمر ما بعد عدد معين

**الشكل ٢٣ :أشكال العدادات Counter**

## مرحلات الوقاية Protection relay

المرحل الواقي عبارة عن جهاز مرحل مصمم لإيقاف قاطع الدائرة الكهربائية عند اكتشاف عطل و الكشف عن ظروف التشغيل غير الطبيعية مثل التيار الزائد والجهد الزائد ، وتدفق الطاقة العكسي ، والتردد الزائد ، والتردد المنخفض. وكافة الحمايات اللازمة للنظام الكهربى..

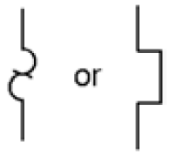
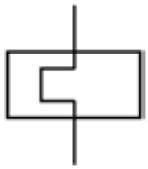
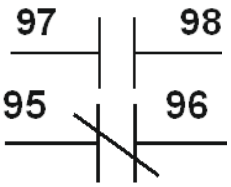
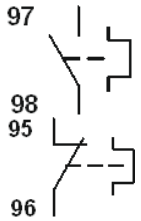
تتمثل الوظيفة الأساسية لمرحل الحماية في تحديد الخطأ وعزل الجزء المعيب من الجزء السليم من النظام.. وتستخدم مرحلات الوقاية لإيقاف الوحدات المرتبطة العمل فى حالة وجود اى اخطأ تم اكتشافه.ويتم إستخدام النقاط الكهربية الملحقة به ودمجها فى دوائر التحكم للمغذيات الكهربية ووحدات الدخول والخروج .... الخ

**الشكل ٢٤:مرحلات الوقاية Protectiom Relay**

## الاوفرلود Overload

جهاز حمايه الكتروميكانيكال/الكترونى لحماية الأحمال الكهربية ضد زيادة التيار عن الحمل المقنن لها ، يحمى الأحمال الكهربية (المحركات ) من الحمل الزائد

Thermal overload relays are economic electromechanical protection devices for the main circuit. They offer reliable protection for motors in the event of overload or phase failure. The thermal overload relay can make up a compact starting solution together with contactors

| Overload – Wiring (Power Circuit) | | Overload Contacts | |
|---|---|---|---|
| NEMA | IEC | NEMA | IEC |
|   |  |   |   |

**الشكل ٢٥: أشكال الاوفرلود Overloads**

## جهاز الحماية (ثنائي أو رباعي)

Phase sequence failure, under voltage, overvoltage

جهاز حماية الكترونى ضد سقوط أحد الفازات و تتابع الفازات أو إنخفاض الجهد وزيادة الجهد وذلك للحفاظ على المعدات الكهربية ، كما يمكن أن يكون الجهاز له أحد الحمايات أو بعضها أو جهاز وأحد به جميع الحمايات معاً ، سواء كان مفردا أو ثنائى أو رباعى يكون به نقطة كهربية تتغير حالتها عند حدوث أى خلل . ويتم إستخدامها فى دائرة التحكم . ويتم إستخدام النقاط الكهربية الملحقة به وإستخدامها فى دوائر التحكم والتى يتغير حالتها عند وجود خطأ.

## وحدة حماية المحركات متعددة الوظائف (Motor protection relay)

جهاز حماية خاص بالمحركات الكهربية ومسئول عن حمايتها من كافة الأخطاء التى تؤدى إلى تلف هذه المحركات كما يمكنه نقل الإشارات والقراءات الي وحدات التحكم والمراقبة

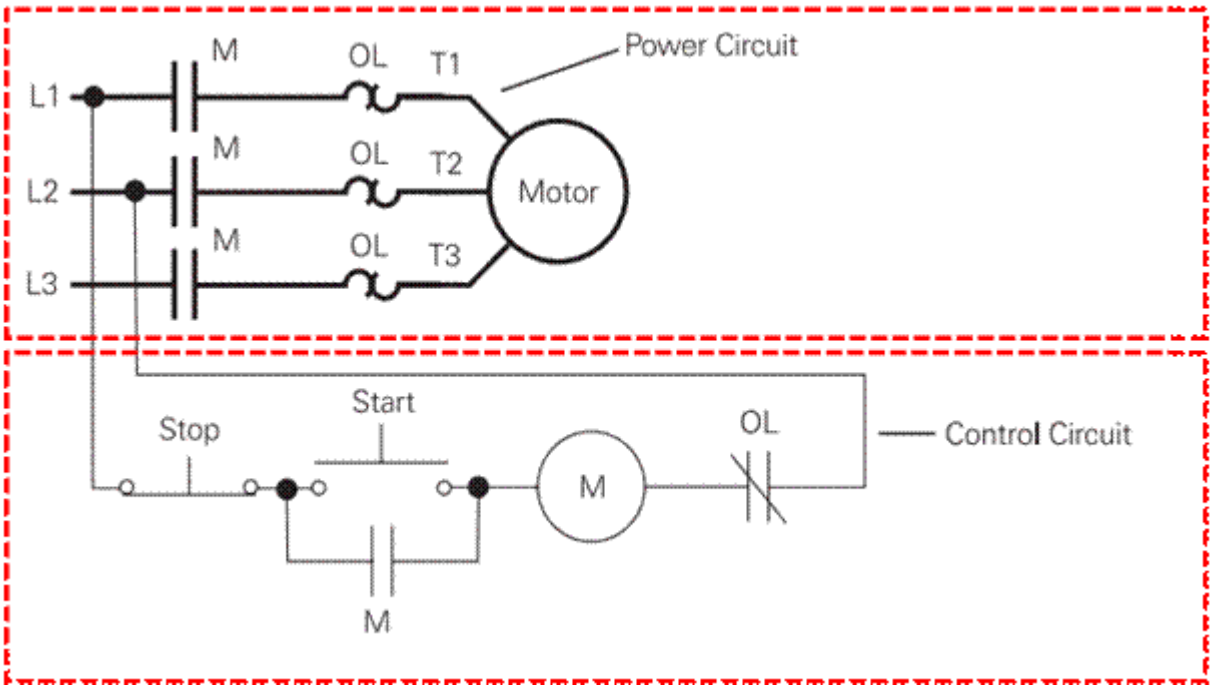
- Short Circuit
- Earth Fault Overcurrent Protection
- Number of Starts
- Loss of Load/Undercurrent
- Loss of Phase
- Under voltage, over voltage , under current
- Unbalance
- Thermal Overload
- Locked Rotor during Starting
- Input for PTC Sensors

**الشكل26: وحدة حماية المحركات متعددة الوظائف (Motor protection relay)**

**الدوائر الكهربية :-** تتكون الدوائر الكهربية من دائرتين داخليتين هما كالاتى :-

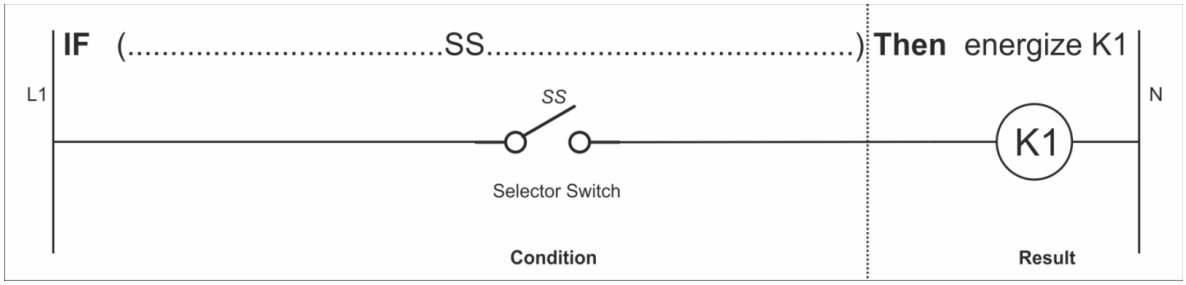
**دائرة القوى Power Circuit :** هى المسئولة عن المسار الكهربى من المصدر حتى الحمل الكهربى والذى يتحمل تيارات كهربية عالية تتناسب مع قدرة الحمل الكهربى

**دائرة التحكم Control Circuit :** هى المسئولة عن عملية التحكم فى المكونات الكهربية لتشغيل الحمل الكهربى بطريقة صحيحة ومناسبة للتطبيق ويتم الإستعانة بالمكونات المساعدة مثل الريلاي والمؤقتات الزمنية والعدادات ....الخ




تحتوى دائرة التحكم على العديد من العمليات المنطقية Logical Operation والتى تتكون عادة من AND operation و OR Operation و NOT operation وتتم صياغة دائرة التحكم الآلي بالجمل الشرطية المتداخلة مثل

**IF (Condition=true) THEN execute action**

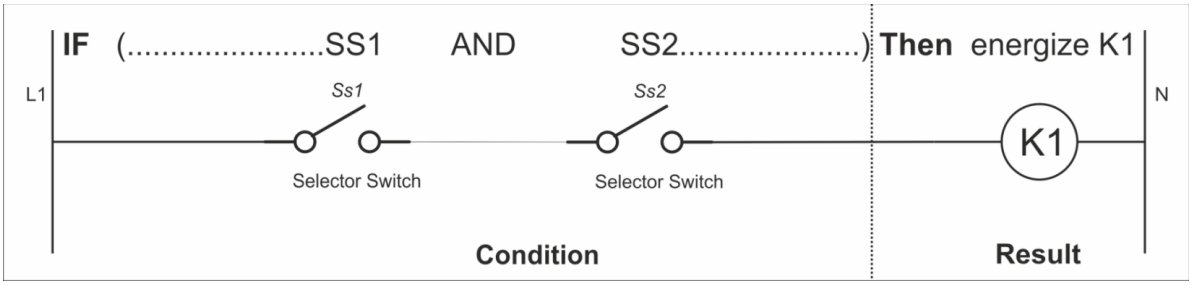



**الشكل ٢٧ : جمة IF الشرطية**

**AND Logic operation:**

**IF(Condition1 AND Condition2 AND ..etc) THEN TRUE**

عملية يجب فيها تحقيق كافة الشروط معاً ، بمعنى إنه يجب الضغط على مفتاح SS1 ومفتاح SS2 حتى يعمل الحمل K1 ، وتحقيق شرط وأحد مثل غلق SS1 وعدم تحقيق الشرط الثانى مثل فتح SS1 تكون النتيجة إنه لايعمل الحمل الكهربى K1.

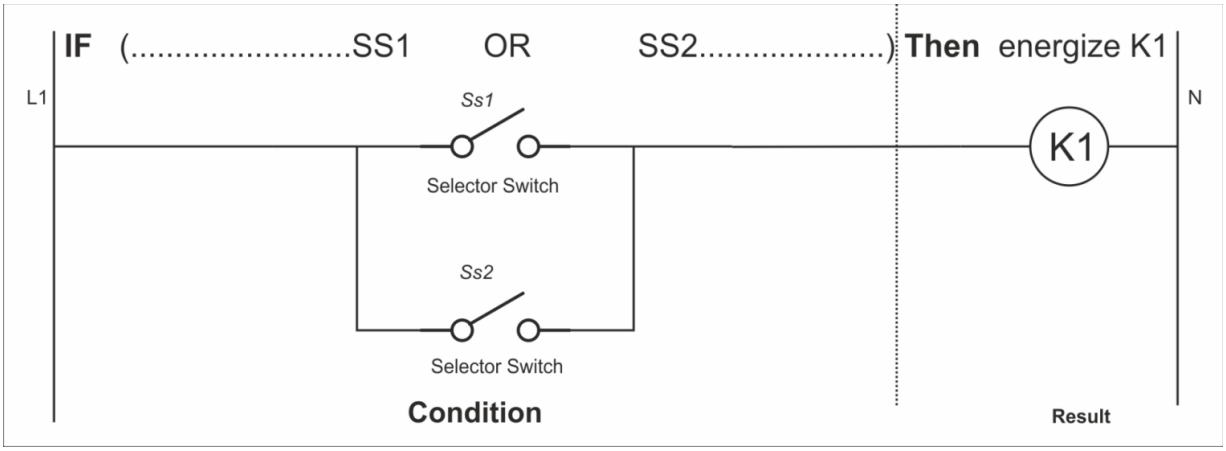



**الشكل ٢٨ : AND logic operation**

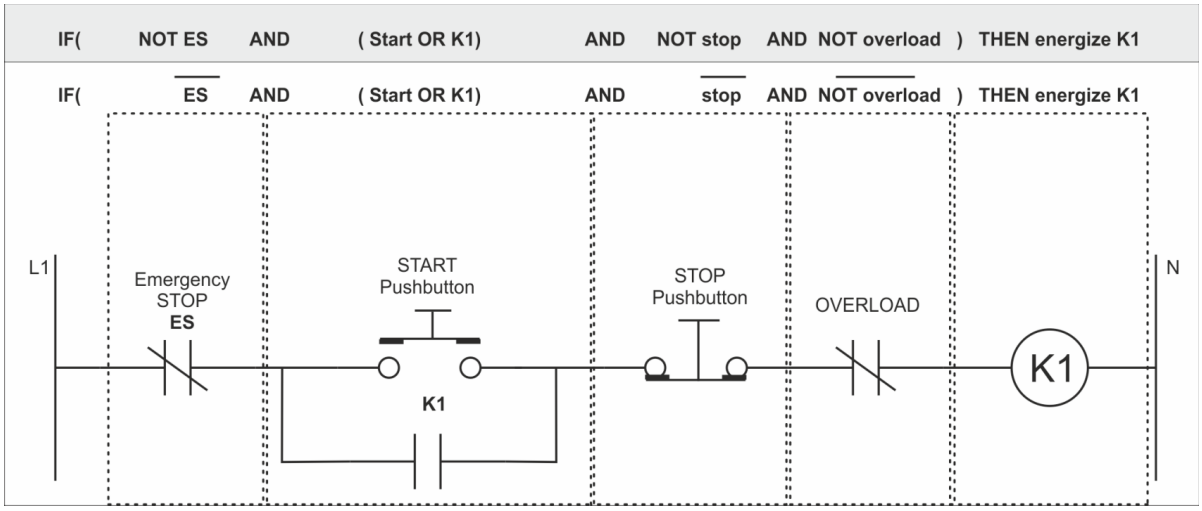
**OR Logic Operation:**

**IF (Condition1 OR Condition2 OR ..etc) THEN TRUE**

عملية يكتفى بتحقيق شرط وأحد فيها فقط ، مثل تحقيق شرط SS1اى تتحول إلى نقطة مغلقة فقط تعمل على تشغيل الحمل الكهربى K1 ، ولا يتم توقف الحمل الكهربى إلا بعدم تحقيق كافة الشروط (جميع الشروط تكون مفتوحة بمعنى SS1 تكون مفتوحة وأيضاً SS2 تكون مفتوحة وهكذا).



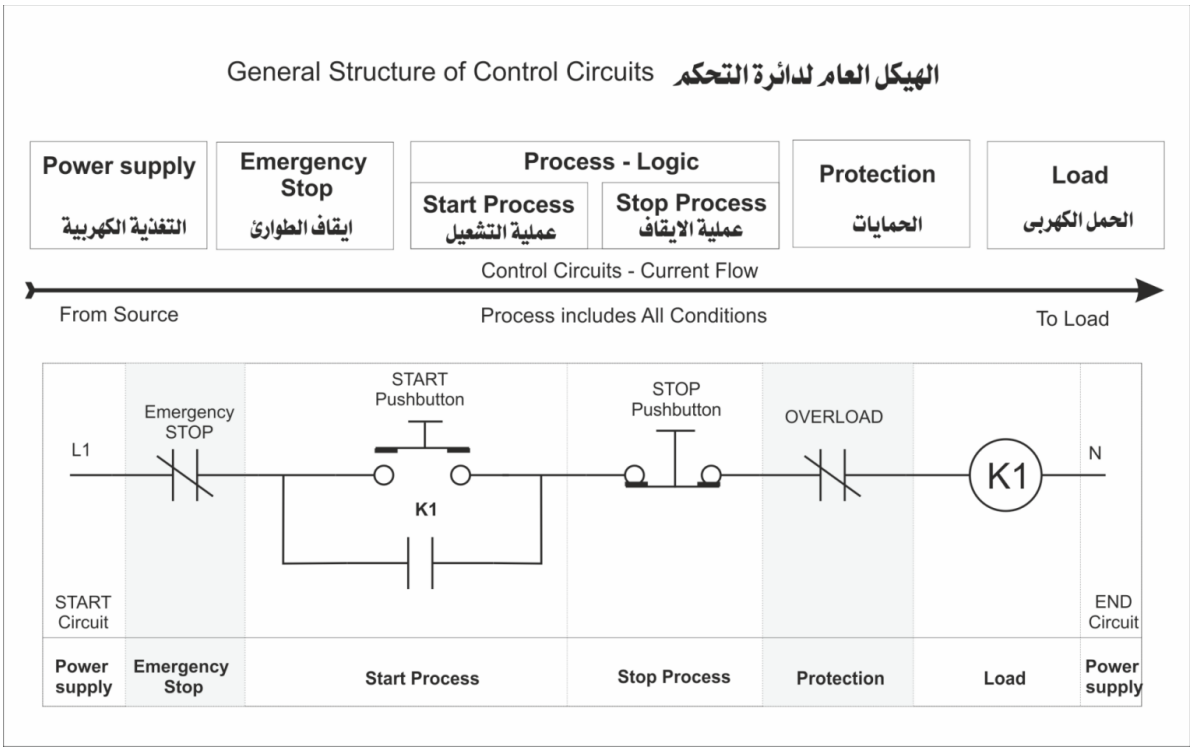

**الشكل ٢٩ : OR Logic operation**




**الشكل ٣٠ : Mixed OR & AND logical operation**

## الهيكل العام لدائرة التحكم

تتكون جميع دوائر التحكم من مصدر الجهد ، إيقاف الطوارئ ، أمر التشغيل ، أمر الإيقاف ، الحمايات المطلوبة ، تشغيل الحمل الكهربى.




**الشكل ٣١ : الهيكل العام لدائرة التحكم**

## مفهوم التشغيل والإيقاف للحمل الكهربى (بإستخدام الأزرار & المفاتيح)

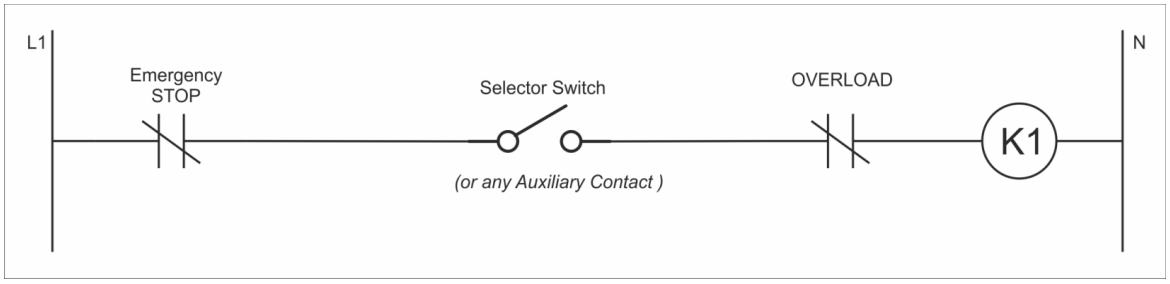
### ١. التشغيل والإيقاف بإستخدام مفتاح Selector

يتم تشغيل الحمل الكهربى مباشرة بإستخدام مفتاح Selector Switch عن طريق النقطة المفتوحة به NO ويعتبر نفسه هو المسئول عن ال Start & Stop معاً فى نفس الوقت ، ولايتم عمل Latch نقطة تعويضية عليه ،

أما وفى حالة الضغط على مفتاح الطوارى NC أو حدوث حمل زائد OVERLOAD NC تتحول النقطة إلى مفتوحة Open فتقوم بقطع المسار الكهربى وبناءا على ذلك يتوقف الحمل K1 عن العمل

وتسمى هذ الطريقة بـ Two line control ويتم إستخدام هذا الاسم بكثرة فى حالة إستخدام التكامل مع الاجهزة الالكترونية مثل Soft start , Variable speed drive ... الخ.

هذه الطريقة غير مناسبة فى الأمور التى تتطلب عدم تشغيل الحمل الكهربى مره أخرى بعد إنقطاع الكهرباء من تلقاء نفسه ، ذلك لأن المفتاح Selector Switch يحتفظ بحالته.




**الشكل ٣٢ : التشغيل بإستخدام مفتاح**

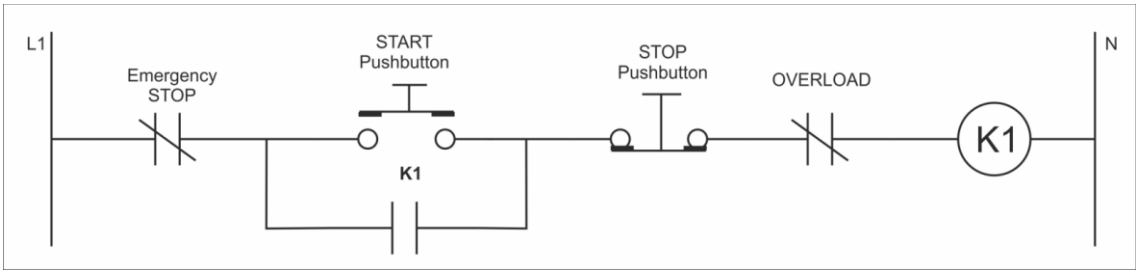
### ٢. التشغيل والإيقاف إستخدام أزرار Pushbutton

يتم تشغيل الدائرة بإستخدام زر START pushbutton وعند الضغط عليه يعمل الكونتاكتور K1 ويتم بذلك تحول النقطة من NO إلى closed وتعتبر فى هذه الحال عبارة عن مسار تعويضى عن زر START وعند ترك الزر START تعود نقطته إلى حالتها الطبيعية Open, ولكن تظل الدائرة تعمل بعد ترك هذا الزر

تتوقف عند الضغط على مفتاح STOP أو الضغط على مفتاح Emergency Stop أو حدوث OVERLOAD

وتسمى هذ الطريقة بـ Three line control ويتم إستخدام هذا الاسم بكثرة فى حالة إستخدام التكامل مع الاجهزة الالكترونية مثل Soft start , Variable speed drive ... الخ.

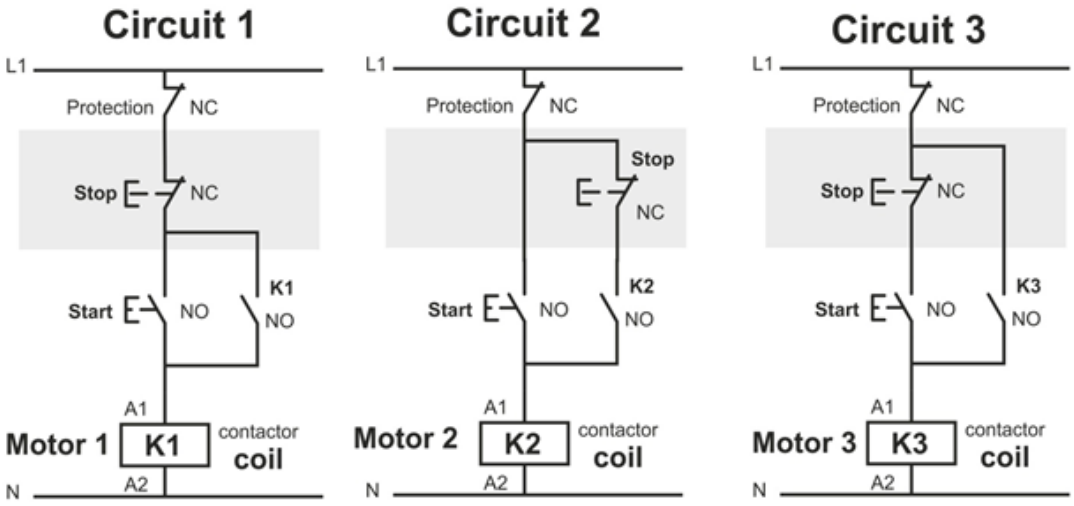
هذه الطريقة مناسبة جدا فى الأمور التى تتطلب عدم تشغيل الحمل الكهربى مره أخرى بعد إنقطاع الكهرباء من تلقاء نفسها ، ذلك لأن عند إنقطاع الكهرباء يتوقف K1 عن العمل وتفتح النقطة K1 ولذلك يتوقف عند العمل ويستدعى بعد ذلك الضغط على زر START.




**الشكل ٣٣ : التشغيل والإيقاف باستخدام ازرار Pushbutton**

## مفهوم الأفضلية للتشغيل أو الإيقاف

ان مفهوم تحديد الأفضلية للتشغيل أو الإيقاف من اهم المفاهيم التى تعطى الإستقرار الأفضل لدائرة التحكم لإنه يقوم بترتيب العملية منطقيا فى حالة حدةث الاوامر معاً وفى نفس الوقت مثل الضغط على زر التشغيل والإيقاف معاً ومثلة عند حدوث امرين معاً وخاصة فى الأنظمة الأتوماتيكية.




**الشكل ٣٤ : الأفضلية للتشغيل أو الإيقاف**

## مفهوم التحكم Emergency Stop(من مكان وأحد/أماكن متعددة)

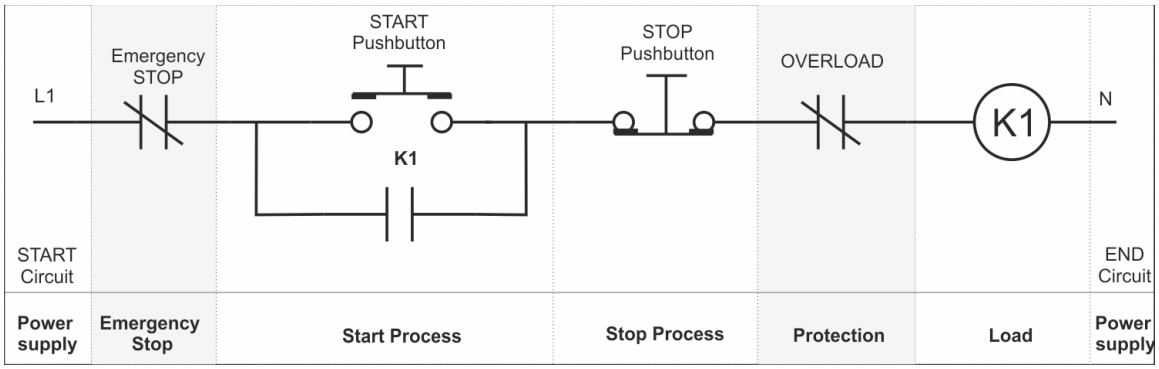
### الإيقاف للطوارئ ( Emergency Stop )

يستخدم مفتاح الطوارئ لإيقاف الحمل مباشرة دون الاعتبار لأي شروط تشغيلية و ذلك من أجل الحماية أو الطوارئ ، ويقوم المشغل بنفسة بعمل ذلك والضغط على هذا المفتاح.

عند الضغط على مفتاح الطوارئ باليد يقوم بتغيير حالة النقطة ( و عادة تكون نقطة مغلقة Normally Closed كما إنه يمكن إستخدامها كنقطة مفتوحه Normal Open ) ولا يعود إلى وضعه الأصلي بعد إزالة الضغط من عليه ( تم تصميمه بطريقة ميكانيكية للاحتفاظ بوضعه بعد الضغط و لاعادته إلى وضعه الطبيعي مرة أخرى يتم لف رأس المفتاح نصف لفه حتى يعود إلى الوضع الطبيعي له ) و بهذا يقوم بقطع مسار الكهرباء اي فتح الدائرة الكهربية

**الشكل ٣٥ : مفتاح الطوارئ Emergency stop**

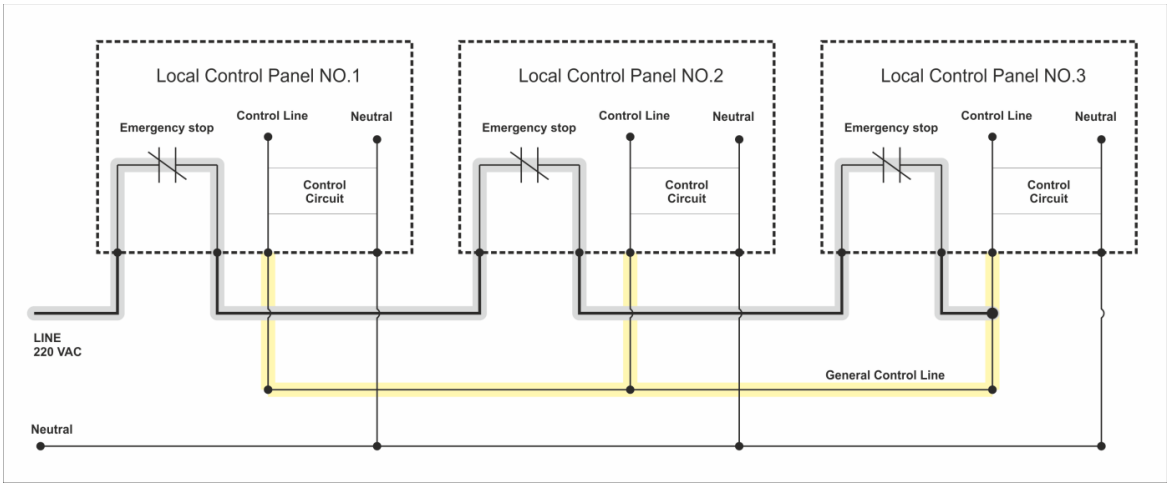
في الشكل التالي دائرة لتشغيل حمل كهربي ( محرك ) بإستخدام أزار ( Start pushbutton , Stop pushbutton ) و يتم إستخدام مفتاح الطوارئ ( E.S. ) بالدائرة




**الشكل ٣٦ : مفتاح الطوارئ داخل الدائرة**

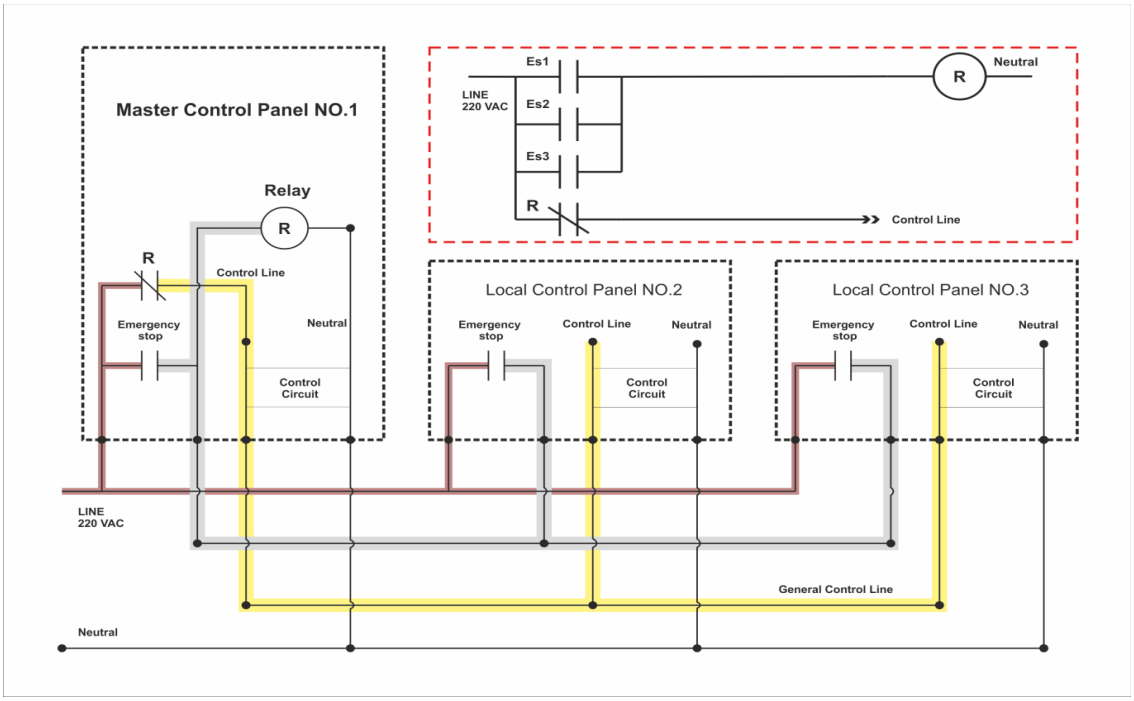
طرق إستخدام مفتاح الطوارئ في حالة تعدد اللوحات المرتبطة بتشغيل المعدة :

### ١. الطريقة الاولى ( التوصيل على التوالي )



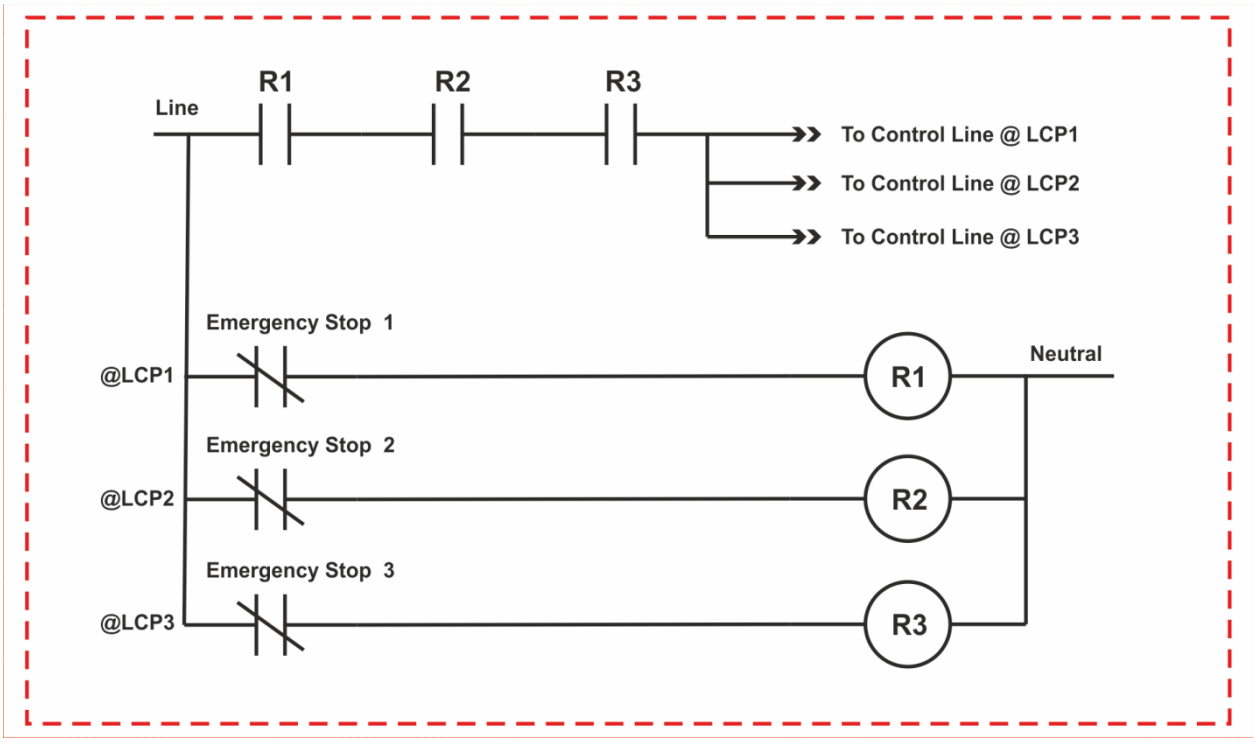

عند تعدد لوحات التشغيل الموزعة داخل المواقع يتم ربط كافة مفاتيح الطوارئ معاً.حيث يمر خط الطوارئ من بداية لوحات التشغيل حتى أخر لوحة ، ثم بعد ذلك يقوم بتغذية خط التحكم General Control Line وبذلك يستطيع إيقاف التحكم.وهنا لايمكن تحديد مكان الإيقاف إلا من خلال المرور علي جميع اللوحات لمعرفة مفتاح الطوارئ الذي تم الضغط علية. وتعتبر هذه الطريقة هى الأكثر فاعلية فى دوائر التحكم

٢. الطريقة التانية (التوصل على التوازى)



### ٣. الطريقة الثالثة

يتم إستخدام جميع ( E.S. ) بنقاط ( Normally Closed ) و لكن ذلك يتطلب ( Relay ) لكل مفتاح




و تستخدم مثل هذه الدوائر في الأنظمة التي تتطلب معرفة اي من مفاتيح الطوارئ هي التي تم إستخدامها كما إنها مفيدة في اتمام عملية العزل الكهربي بين اللوحات المختلفة و أيضاً تكون مفيدة في سهولة اعمال الصيانة حيث إنه يمكن اختبار كافة إشارات التوقف للطوارئمباشرة من اللوحة

### طريقة اختبار مفتاح الطوارئ ( E.S. )

#### ١. حالة Online Test

يتم إستخدام الافوميتر على وضع الفولت وقياس الفولت علي طرفى المفتاح أو عن طريق إستخدام مفك التست (ويتم قياس النقاط الخاصة به فى الوضع الطبيعي وعند الضغط عليه)

#### ٢. حالة الـ Offline Test

( الاختبار و الدائرة الكهربية مفتوحة و عدم وجود مصدر كهربي )

يتم الاختبار بطريقة اختبار النقاط بإستخدام الافوميتر على وضع قياس الاوم أو Buzzer و عندما تكون نتيجة القياس بين طرفي النقطة مقاومة صغيرة ( أو إعطاء صفارة ) تكون مغلقة و عند الضغط على مفتاح الطوارئ و القياس نجد المقاومة كبيرة جدا ( أو عدم إعطاء صفارة ) و

عند إزالة اليد من على المفتاح يظل على وضعه اي تكون النقطة مفتوحة و مع لف رأس المفتاح و تركه يعود إلى الوضع الطبيعي ( نقطة مغلقة NC )

## مفهوم التحكم اليدوي/الاوتوماتيك ( Manual/Automatic)

**دوائر التحكم اليدوي :** يتم تصميم دوائر التحكم اليدوي على أساس أن المشغل هو من يقوم بعمليات التشغيل أو الإيقاف مثل الضغط على زر التشغيل ( Start PB ) أو زر الإيقاف ( Stop PB ) و بذلك يكون المشغل هو المسئول الاول عن التشغيل و لكن يجب أن تحتوي الدوائر على الحمايات الأساسية مثل ( الحماية ضد زيادة التيار أو انخفاض الجهد أو عدم تتابع الفازات أو سقوط أحد الفازات .....الخ ) و اي قصور في هذه الحمايات يتحملها المصمم و المنفذ للدائرة

**دوائر التحكم الاوتوماتيكي :** يتم تصميم دوائر التحكم الاوتوماتيك على أساس أن التغيرات في العملية نفسها مثل ارتفاع المياه إلى حد معين أو انخفاضها هي التي تقوم بالتشغيل لهذه الدوائر. و المشغل لا يؤثر في هذه العمليات.

و بعنى أخر أن هذه الدوائر تعمل بدون الإعتماد على المشغل و لكنها تعمل نتيجة حدوث تغيرات تحقق بعض الاشتراطات ( Conditions ) و نتيجة لذلك تقوم بوظيفة التشغيل أو الإيقاف مثل إستخدام جهاز قياس المنسوب لتفعيل تشغيل المضخات عند مستوى معين و إيقافها عند مستوى أخر بدون تدخل المشغل . و كلما تحققت هذه الشروط تعمل الدائرة من تلقاء نفسها بدون تدخل .

بالاضافة إلى أن التشغيل الاوتوماتيك ( الآلي ) يحتوي على خطوات متتابعة تعمل بطريقة الية عند تحقيق شروطها

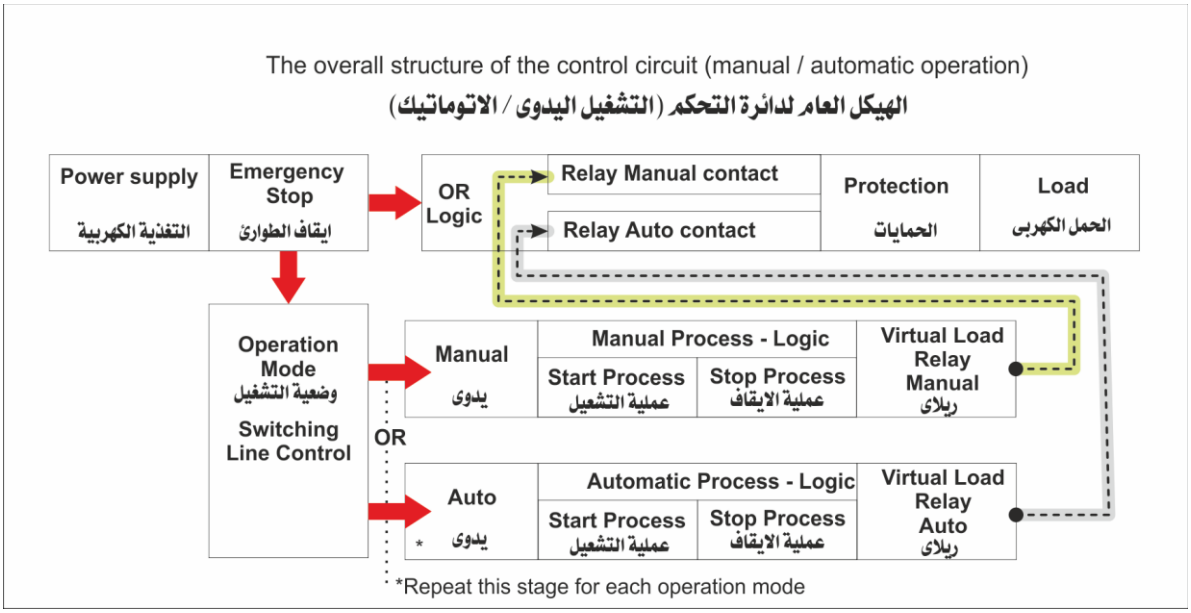
للتوضيح :

س١ : هل يعد إستخدام المؤقتات الزمنية ( Timer ) في حالة تشغيل المحركات ( Star – Delta ) من مفهوم الاوتوماتيك ؟

**الإجابة :** لا - لأن المشغل هو من يقوم بتشغيل و إيقاف المحرك أما المؤقتات في هذه الحالة تعد من المكونات المساعدة في عملية التحكم فقط

س٢ : هل يعد إستخدام المؤقتات الزمنية ( Timer ) في حالة تشغيل معدة ما ( مثل كوبري الراسب الرملي ) كل ساعة بطريقة دورية و مستمرة من مفهوم التحكم الاوتوماتيك ؟

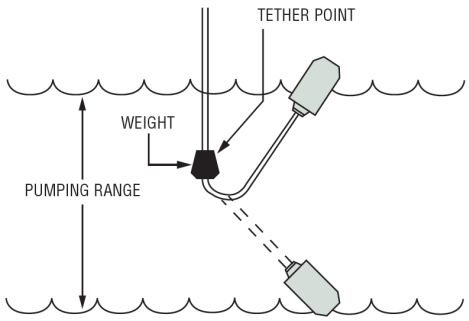
**الإجابة :** نعم – لأن المؤقتات الزمنية في هذه الحالة هي التي تقوم بعملية التشغيل و الإيقاف بدلاً من المشغل نفسه . و نتيجة حدوث التغيرات ( مثل انقضاء الزمن ) يتحقق شروط التشغيل و تعمل الدائرة من تلقاء نفسها



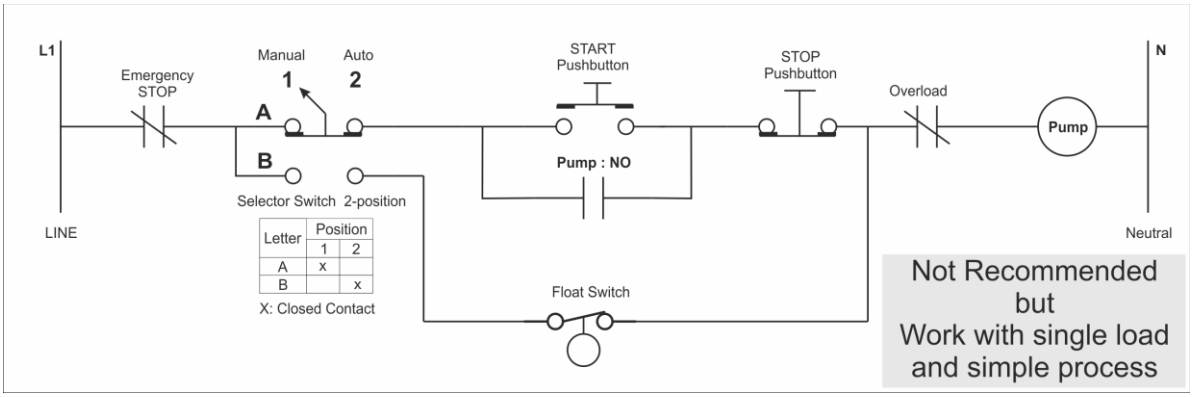

**الشكل ٣٧ : الهيكل العام لدائرة التحكم (التشغيل اليدوى/الأتوماتيك )**

يوضح الشكل ٣٧ طريقية تصميم دوائر التحكم لتنفيذ التحكم اليدوى والتحكم الأتوماتيكى معاً فى دائرة واحدة وهنا يلزم أولا تحديد وضع التشغيل عن طريق Selector switch (M-0-A) .

**مثال :** تشغيل مضخة يدوياً بإستخدام Selector switch وأيضاً أتوماتيكيا بناء على منسوب المياه فى الخزان ويتم إستخدام عوامة لبيان نقاط التشغيل أو الفصل .

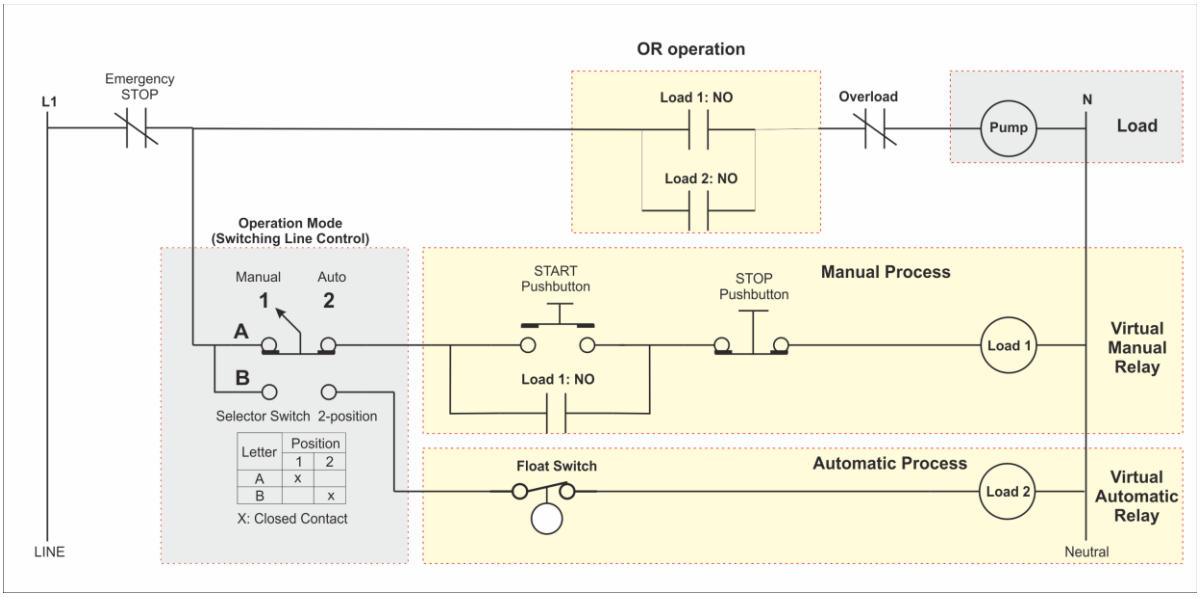



**الشكل ٣٨ : عوامة - Float switvh**




**الشكل ٣٩ : تشغيل محرك أتوماتيك بناءا على المنسوب**

الدائرة السابقة غير مناسبة للعمل فى جميع الحالات ولكنها تعمل مع الدوائر ذات الحمل الوأحد وعملية الأتوماتيك لها بسيطة وغير متداخلة مع دوائر أخرى . ويكون الحرص الدائم فى منع تأثير النظام اليدوى والأتوماتيك على بعضهم كهربياً.



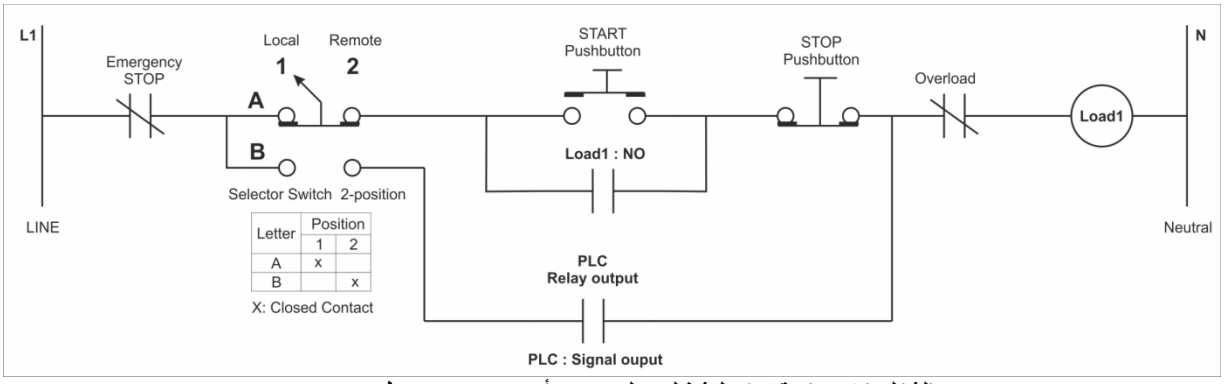

**الشكل ٤٠ : تشغيل مضخة بناءا على المنسوب - طريقة تموذجية**

(الشكل ٤٠) هو الشكل المثالى لتطبيق مفهوم التحكم (اليدوى – الأتوماتيك ) على الرغم من إستخدام الريلاي بكثرة فى هذه الدوائر إلا إنها تقو بعمل عزل كامل لأنواع التشغيل (اليدوى – الأتوماتيك ) كهربياً وتمنع ارتداد الإشارة عكسيا من نظام تشغيل إلى أخر.

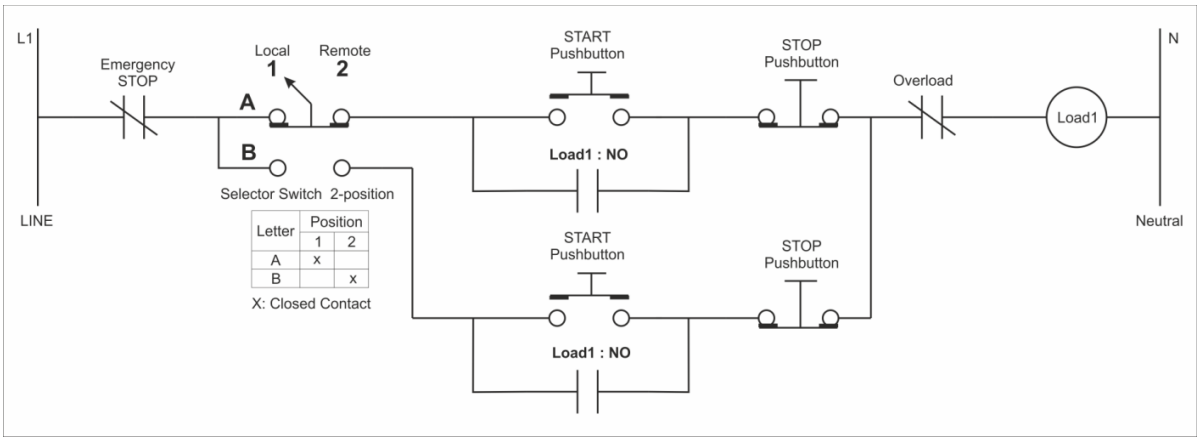
## مفهوم التحكم Local/Remote

يتم التعامل مع دوائر التحكم من خلال المشغل أو الأنظمة المختلفة من اماكن مختلفة سواء من جانب المعدة أو من داخل عنبر التشغيل أو من غرفة التحكم بالمحطة أو من أنظمة الاسكادا لذا يجب ظبط عملية

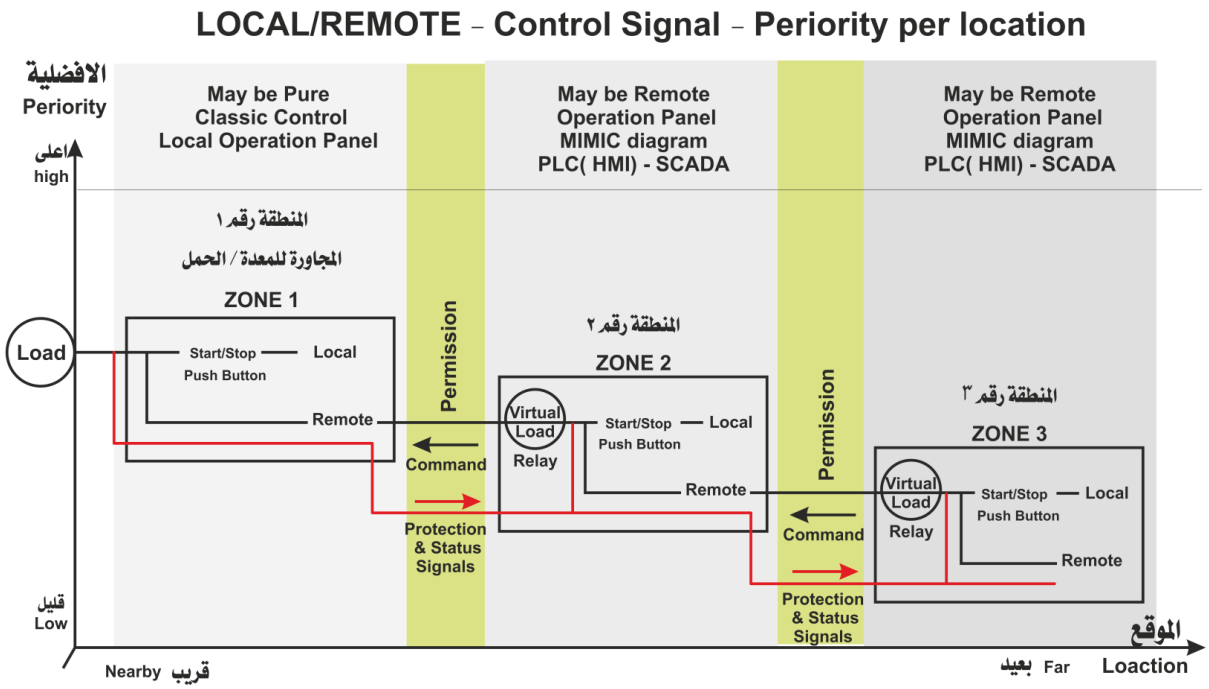
التحكم ومن له صلاحية طبقاً للموقع الجغرافى بشكل يسهل عملية التشغيل ولا يتعارض مع مبادئ الصيانة حيث إنه أفضلية التشغيل للمعدة تزداد كلما اقتربنا من المعدة .




**الشكل ٤١ : دائرة تحكم لتشغيل حمل Local أو remote عن طريق PLC**



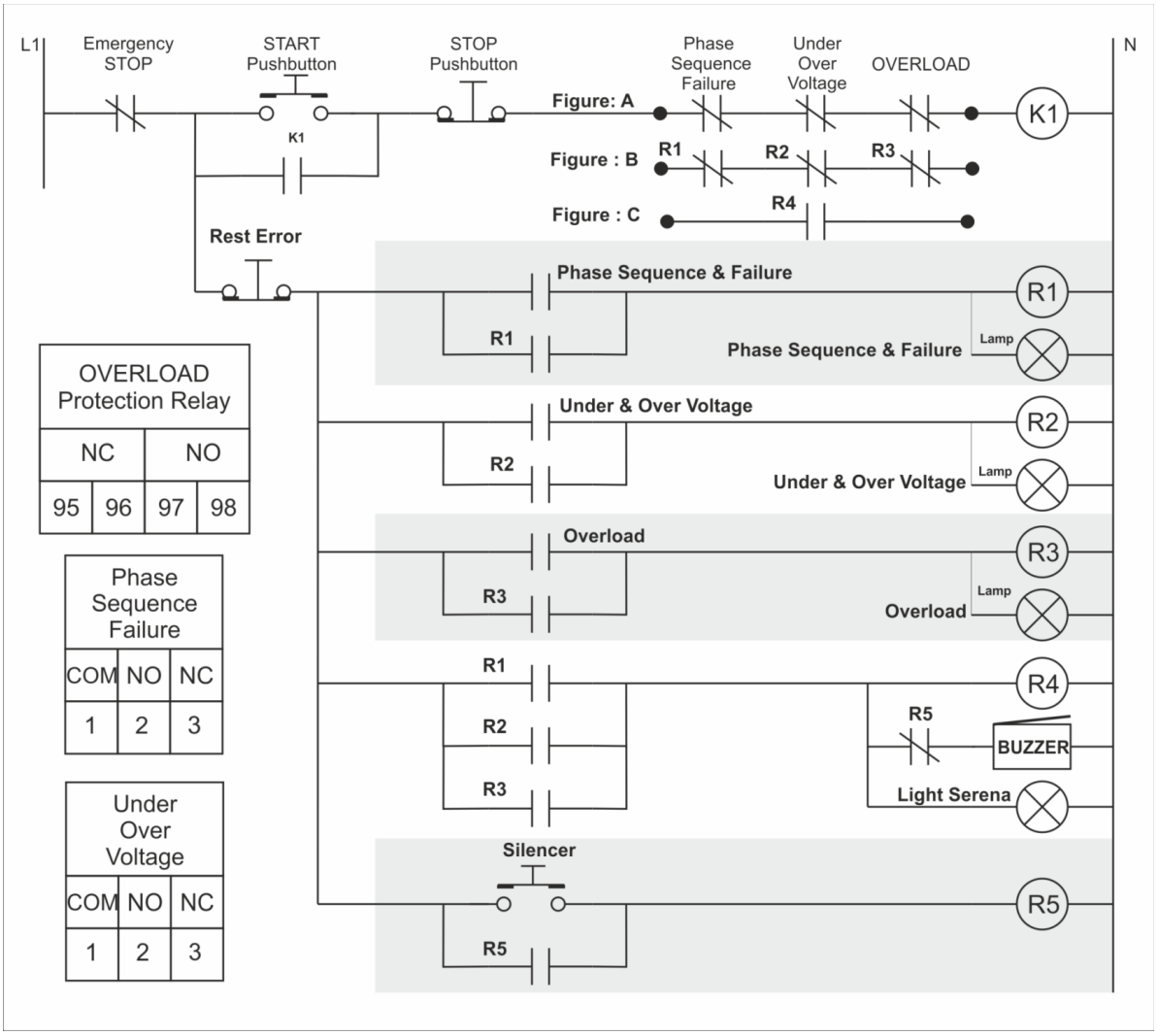

**الشكل ٤٢ : تشغيل حمل Local\Remote من مكانين مختلفين**




**الشكل ٤٣ :تشغيل حمل Local\Remote من أماكن مختلفة مع تحديد ترتيب الأفضلية**

## مفهوم الحمايات المتعددة Protection

يتم توصيل الحمايات معاً على التوالى وإستخدام النقاط المغلقة Normal Closed Contact كما يمكن عمل دوائر التحكم بحيث تقوم على الاحتفاظ بإشارة الحماية وعرضها على لمبة بيان مع فصل المعدة للحفاظ عليها وبذلك يستطيع المشغل معرفة الخطأ إلى حدث هذا بالاضافة إلى أن بعض اجهزة الحماية تقوم بتسجيل الخطأ أيضا.




**الشكل ٤٤: توصيل الحمايات المتعددة مع تشغيل سارينة انذار**

فى الشكل ٤٤ يتم توصيل جميع الحمايات ( Overload – Under & Over Voltage – Phase Sequence & Failure) على التوارى بإستخدام النقاط المغلقة NC لكل حماية كما بالمنطقة A ( Figure : A) بالرسم كما يمكن الاحتفاظ بإشارة الحماية عند حدوث خطأ ما مع انارة لمبة البيان الخاصة . بمعنى إنه عند حدوث زيادة التيار عن التيار المقننOverload فان الحمل سوف يتوقف عن العمل (De-energize Contactor - K)عن طريق النقطة المغلقة OL-NC ، بالاضافة إلى تشغيل

لمبة البيان OL-Lamp والانذار الصوتىHorn والانذار الضوئى معاً ، ويمكن إيقاف الانذار الصوتى Horn بإستخدام زر Silence pushbutton وتظل لمبة البيان OL-Lamp و السارينة الضوئية يعملان حتى يتم الضغط على زر Reset PB

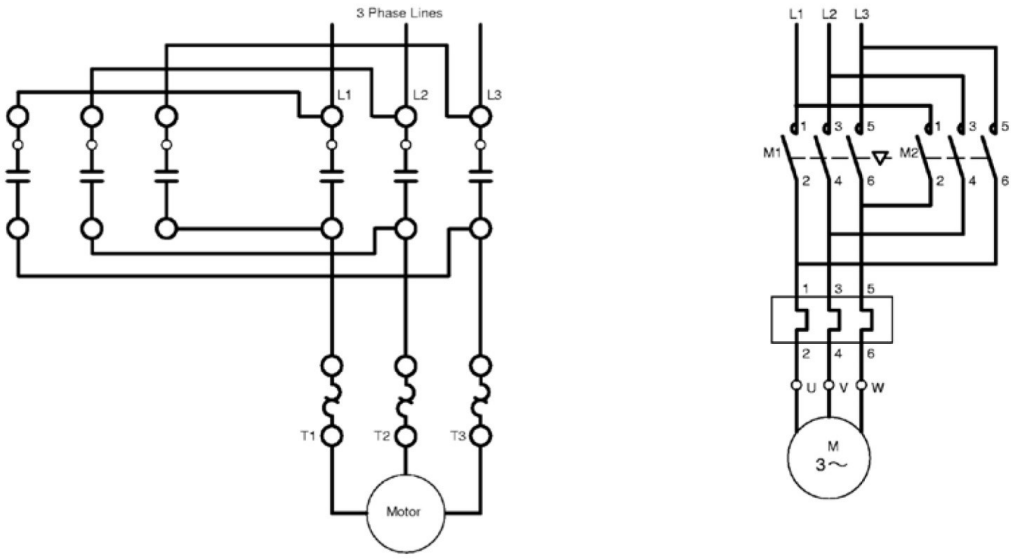
كما يمكن استبدال الشكل A (Figure : A ) وتوصيل الشكل B (Figure : B ) وذلك بإستخدام النقاط المغلقة الموجودة على كل ريلاي خاص بالحماية التى تشغله (Energized Relay) . ويتم إستخدام الشكل B (Figure : B ) بالرسم أو المكافئ له الشكل C (Figure : C ) بالرسم نظراً لأن الإشارات الموجودة على روزتات الاجهزة (Terminals) Relay output من النوع SPDT – (COM,NC,NO) وبهذا يتم التغلب على هذا النوع من المرحلات Relay with DPST output لإستخدام نقاطه (NO أو NC) دون تداخل خطوط التحكم .

وبالتدقيق فى إستخدام الشكل C (Figure : C ) هنا نجد إنه لايمكن تشغيل الحمل Contactor K حتى يتم الضغط على زر Reset button . كما يمكن دمجها وتوصيل الشكل A مع C بالتوالى أو B مع C على التوالى لتؤدى نفس الغرض.

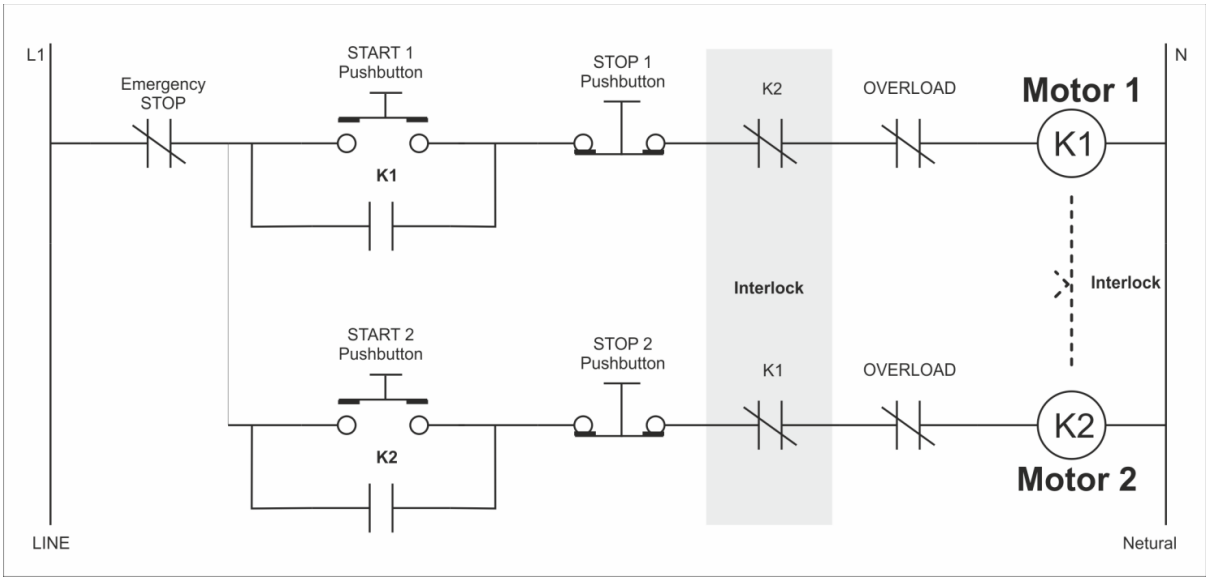
ويمكن تغذية مجموعة المرحلات Relays التى تحتفظ بالإشارات الخاصة بوحدات الحماية من الخط المباشر L1 أو من النقطة الخارجة من مفتاح الطوارئ Emergency Stop وهنا نجد أن مفتاح الطوارئ يقوم بعمل إيقاف للدائرة وإيقاف الإشارة الضوئية والصوتية و أيضاً يعمل Reset لاى اخطاء.

## مفهوم الانترلوك الكهربى Interlock

هو مفهوم يتم تطبيقة من اجل الحماية الكهربية الخاصة بتداخل الفازات الكهربية أو تداخل المصار الكهربية أو تداخل اوامر التشغيل المتنوعة والانترلوك عبارة عن كهربى وميكانيكى (وهو ببساط مفهوم للسماح بتشغيل مكون وأحد من مجموعة من المكونات )مثل خلايا الدخول المتنوعة المصدر الكهربى (مصادر الكهرباء المتنوعة والمولدات ... الخ) ومثل (تشغيل الموتور فى اتجاهين امامى أو عكسى) ومثل (تشغيل الموتور بتوصيل ملفاته STAR أو DELTA ) .

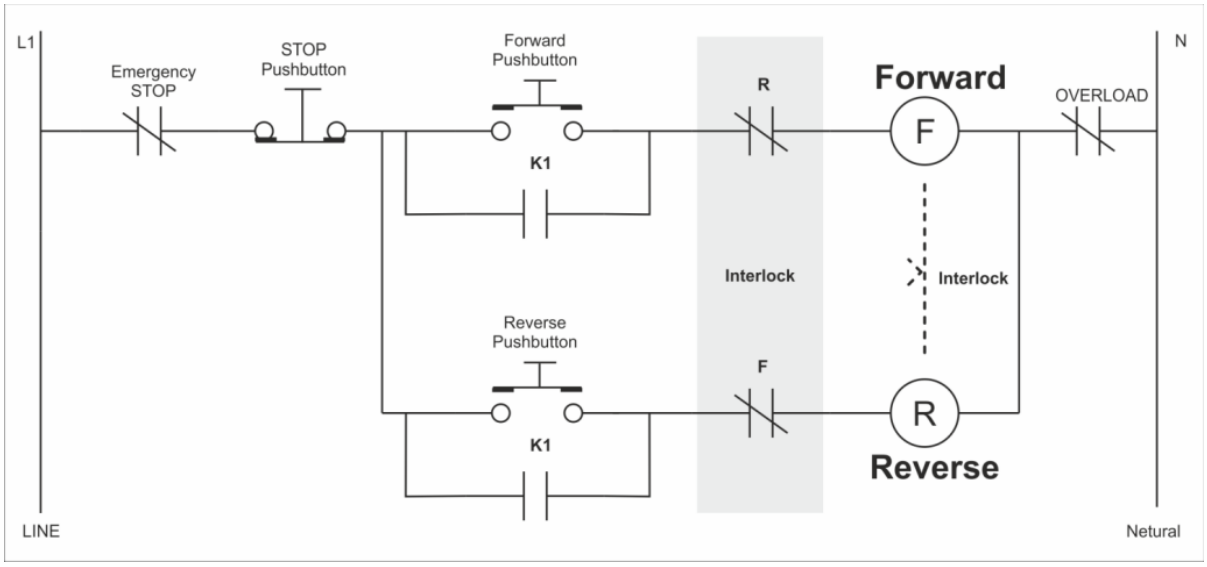



**الشكل ٤٥: دائرة القوى - STAR-DELTA**



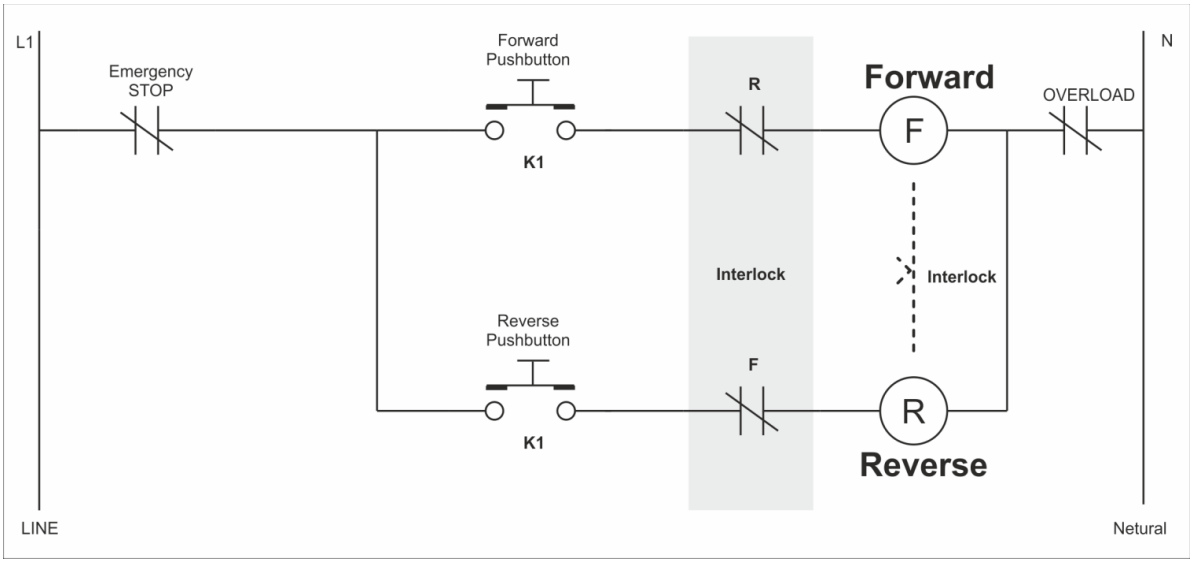

**الشكل ٤٦ : دائرة تشغيل محركين بينهما Interlock**

الدائرة تسمح بتشغيل موتور وأحد فقط ولاتسمح بتشغيل الأخر فى نفس الوقت ونظراً لأن الحمل الكهربة متعدد لذا يلزم اضافة الحمايات لكل حمل كهربى على حده (او يمكن جمع الحمايات على التوالى معا)، عند الضغط على زر Start1 يقوم بتشغيل Motor1 وعند الضغط على زر Start2 تمنع النقطة K1 تشغيل إلا Motor 2 لإنها مفتوحة (بمعنى أن Motor1 يعمل).ولذلك حتى يتم تشغيل Motor 2 يجب إيقاف Motor 1 اولا عن طريق الضغط على زر Stop 1 وبعد ذلك يمكن تشغيل Motor 2 من خلال الضغط على زر Start2 .




**الشكل ٤٧ :دائرة تشغيل محرك اتجاهين**

الدائرة تقوم بتشغيل محرك كهربى فى اتجاهين (مثل محرك كوبرى الراسب الرملى) ، لتشغيل المحرك فى الاتجاه الامامى Forward يتم الضغط على زر Forward وعند الضغط على زر Reverse لايتم عكس الحركة بسبب وجود ال Interlock (R:NC & F:NC) لذا يجب الضغط على زر stop اولا ثم يتم عكس الحركة.

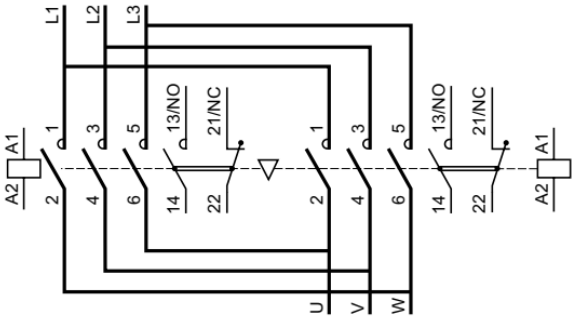



**الشكل ٤٨ : دائرة تشغيل محرك اتجاهين - بإستخدام ازار بدون نقاط تعويضية**

الدائرة كما بالشكل (الشكل ٤٨) نفس عمل الدائرة السابقة (الشكل ٤٧) ولكن بدون إستخدام نقاط تعويضية وتم إستخدام الـ Interlock هنا لمنع التشغيل الخاطئ بالضغط على زر Forward و زر Reverse معاً فى نفس الوقت.

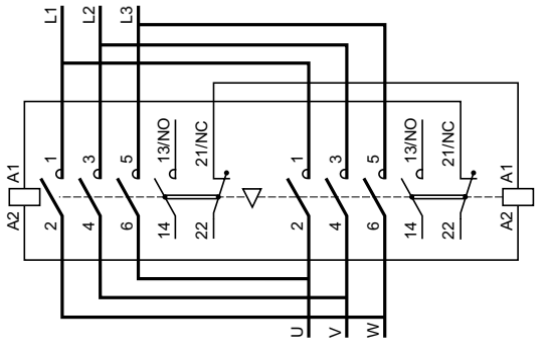
كما يمكن إستخدام انترلوك ميكانيكى وأخر كهربي كما بالشكل التالي

Horizontally mounted




توصيل ٢ كونتاكتور بينهما انترلوك ميكانيكى فقط

With integral electrical interlocking

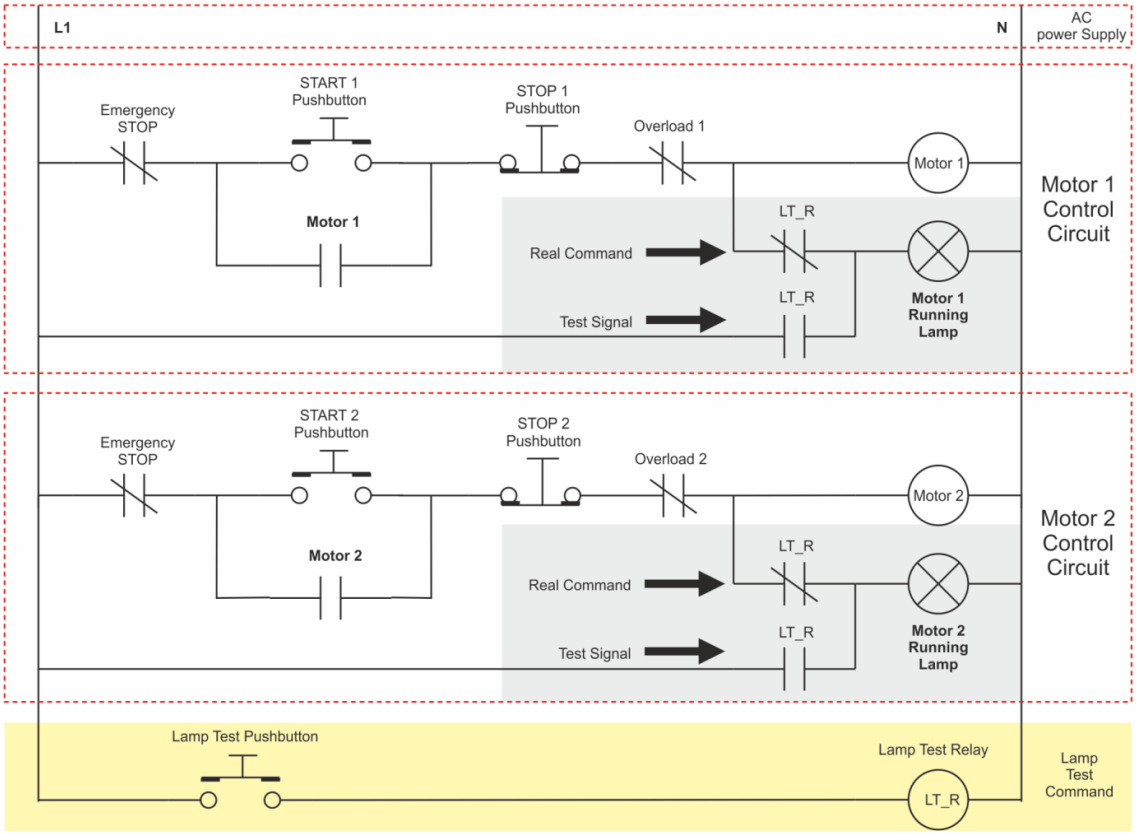



توصيل ٢ كونتاكتور بينهما انترلوك ميكانيكى وكهربي معاً

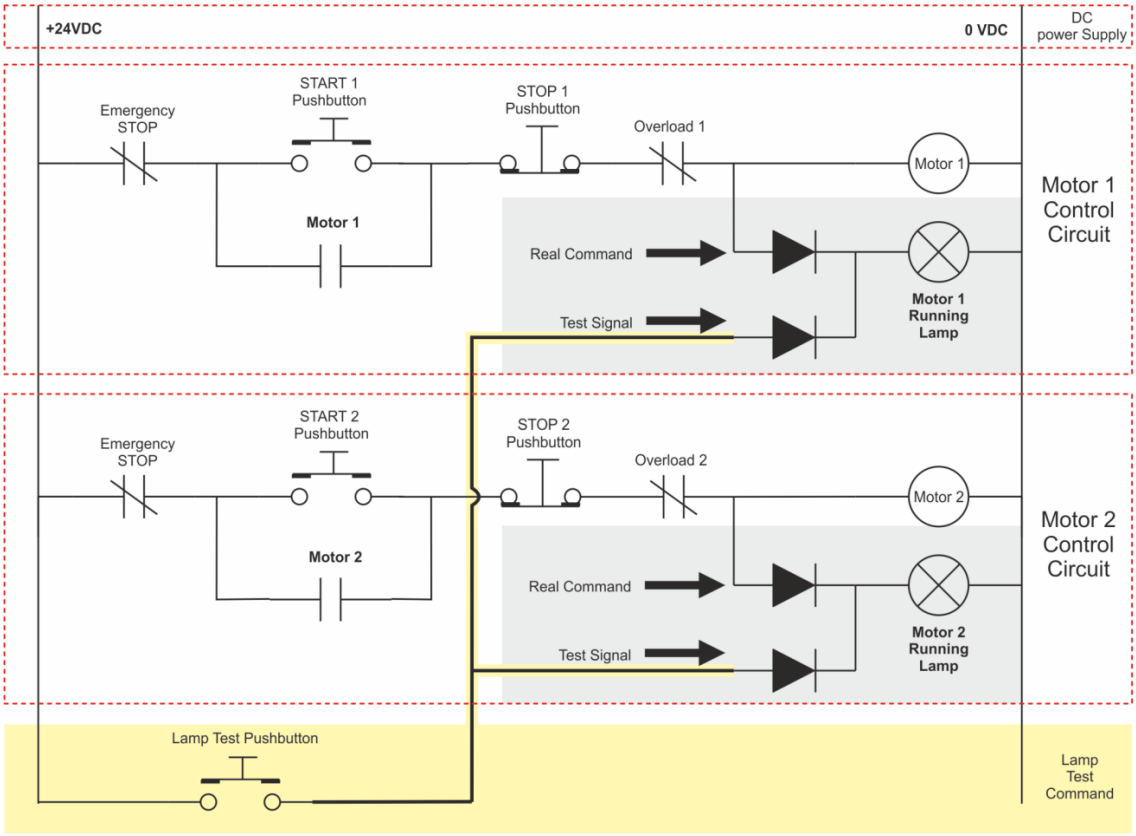
## مفهوم التحكم Lamp Test

يتم إستخدام زر لتجربة جميع اللمبات باللوحة للتأكد من عمل وذلك فى اى وضع سواء كانت المعدة تعمل ام لا . ويتم تطبيق هذه الدوائر بإستخدام العزل الكهربى بإستخدام المرحلات Relay بين الإشارة القادمة من العمليه والتى تعمل على تشغيل لمبة الإشارة الخاصة وبين الإشارة الإجبارية التى تقوم على توصيل الجهد مباشرة على جميع اللمبات بهدف اختبارها . اولا يتم تمرير الإشارة القادمة من العملية لتشغيل اللمبة على النقطة المغلقة NC الخاصى بالريلاي المستخدم فى عملية اختبار المبات (اى توصيلهم على التوالى)، ثانيا يتم توصيل الجهد المباشر على النقطة المفتوحةNO للريلاي المستخدم فى عملية اختبار اللمبات ( اى توصيلهم على التوالى).كما فى (الشكل ٤٩)

ولكن فى حالة لمبات الإشارة التى تعمل بجهد مستمر DC يتم إستخدام عدد ٢ دايود DIODE وذلك لكى يكون اتجاه الجهد دائماً فى اتجاه اللمبة ولا يحدث رجوع عكسى.كما فى ( الشكل ٥٠)




**الشكل ٤٩ : طريقة عمل Lamp test بإستخدام relay**



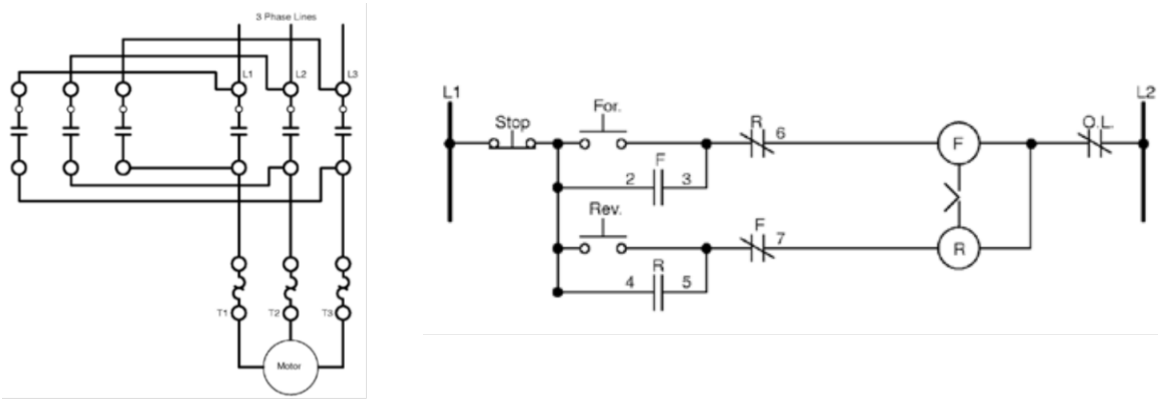

**الشكل ٥٠: طريقة عمل Lamp test بإستخدام Diode 24VDC**

## مفهوم التكامل مع الاجهزة المتعددة Device Terminals

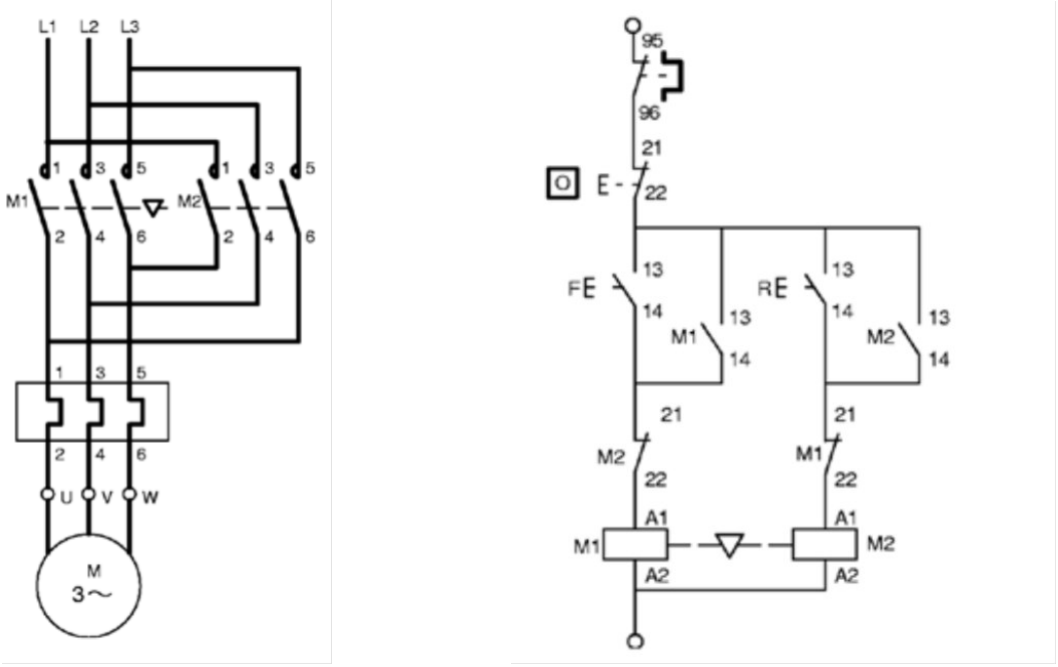
يعتبر التكامل مع جميع المكونات هو أساس تكوين دوائر التحكم ، حيث يتم التعامل احيانا مع مجموعة من النقاط المفتوحة أو المغلقة الخاصة بالاجهزة المتعددة مثل مغيرات السرعة Variable Speed Drive أو وحدات البدء الناعم Soft Starter بدون الدخول فى تفاصيل هذه المكونات ، وعند تصميم دوائر التحكم نكتفى بوظيفة النقاط التى يتم إستخدامها فى دوائر التحكم ، كما يتم التعامل بالمثل مع المؤقتات الزمنية Timers والعدادات Counters واجهزة الحماية Protection Relays واجهزة القياس Instrumentation بكافة أنواعها ولايشترط معرفة التفاصيل الدقيقة لجميع هذه المكونات ولكن نكتفى بمعرفة وظيفة النقاط التى تستخدم فى نظام التحكم ، وسبب ذلك هو التنوع الكبير لجميع هذه المكونات ( مكونات خاصة بأنظمة القوى ، اجهزة القياس ، اجهزة خاصة ، .... الخ) . كما إنه يمكن التكامل بين لوحات تحكم مختلفة (Local control Panels) دون معرفة تفاصيل كل لوحة ولكن يتم إستخدام النقاط NO & NC المخصصة للتكامل فقط (وتكون موجودة على الروزتات بداخل كل لوحة) ، وهو نفس المفهوم الذى يتم تطبيقة عند عمل لوحات أنظمة التحكم المبرمج PLC ،تكاملها مع لوحات التوزيع الرئيسية MDB وأيضاً مع لوحات تشغيل المحركات MCC وهكذا. كما بالأشكال ( الشكل ٤١ و الشكل ٥٣ و الشكل ٥٤ و الشكل ٥٥ و الشكل ٥٦).

## تصميم بعض الدوائر الكهربية كاملة الحمايات ومفاهيم التحكم

### ١. دائر التحكم فى محرك يعمل فى اتجاهين بإستخدام الكونتاكتور

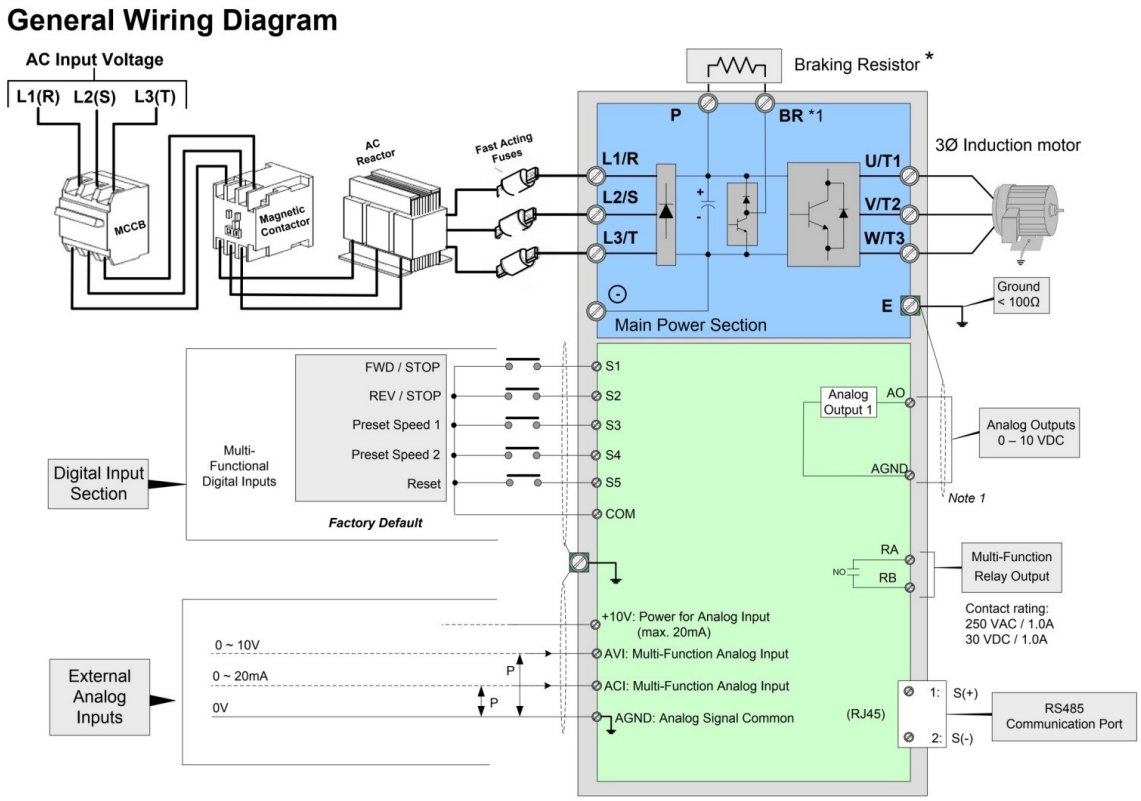



الشكل ٥١ : محرك يعمل في اتجاهين - NEMA Diagram

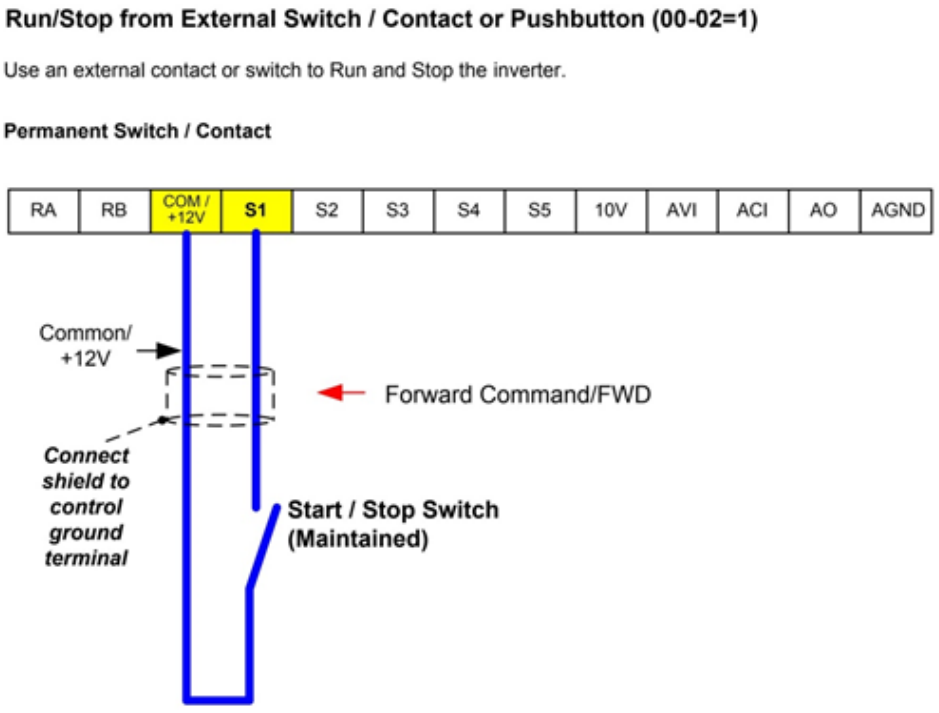



الشكل ٥٢: محرك يعمل في اتجاهين - IEC Diagram

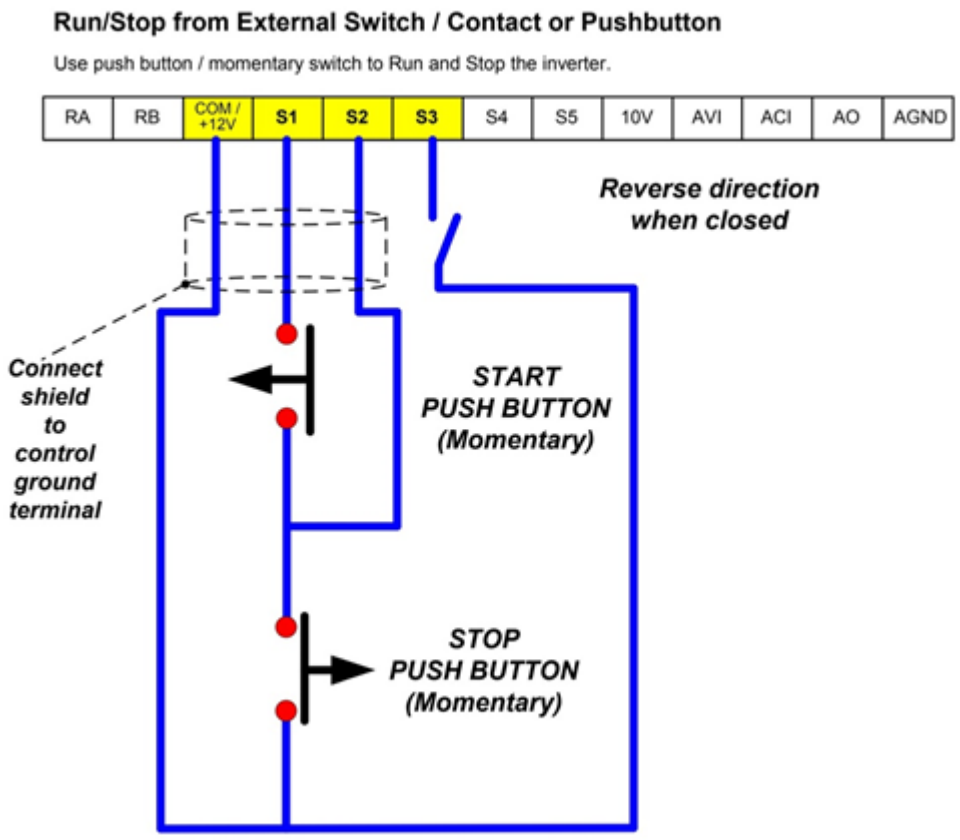
## ٢. تصميم دائر التحكم فى محرك يعمل فى اتجاهين بإستخدام مغيرات السرعة VFD




الشكل ٥٣:توصيل VFD بالمكونات الخارجية




الشكل ٥٤ : تشغيل VFD عن طريق selector خارجى

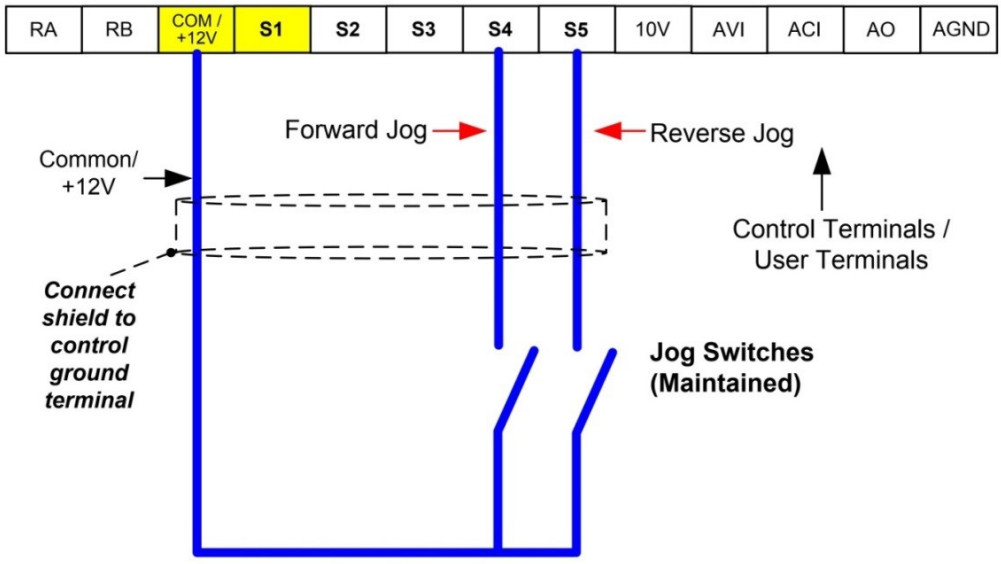



**الشكل ٥٥: تشغيل VFD عن طريق start&stop pushbutton وإستخدام selector لتحديد اتجاه الدوران**

### Forward and Reverse Jog

The jog forward command is used in combination with multi-function digital input function #6 (Jog Forward) and the jog reverse command is used in combination with multi-function digital input function #7 (Jog Reverse).

**Example: Jog Forward input terminal S4 (03-03 = 06) and Jog Reverse input terminal S5 (03-04=7)**




**الشكل ٥٦: تشغيل VFD عن طريق selector للتشغيل والإيقاف Forword وselector أخر للاتجاه Reverse**

### ٣. تصميم دائرة تشغيل المحرك الكهربى بإستخدام طريقة الـ Star-Delta

تعتبر دائرة تشغيل المحركات الكهربية بإستخدام طريقة البدء (STAR-DELTA) من اشر طرق بدء التشغيل وتعمل الدائرة كالاتى :-

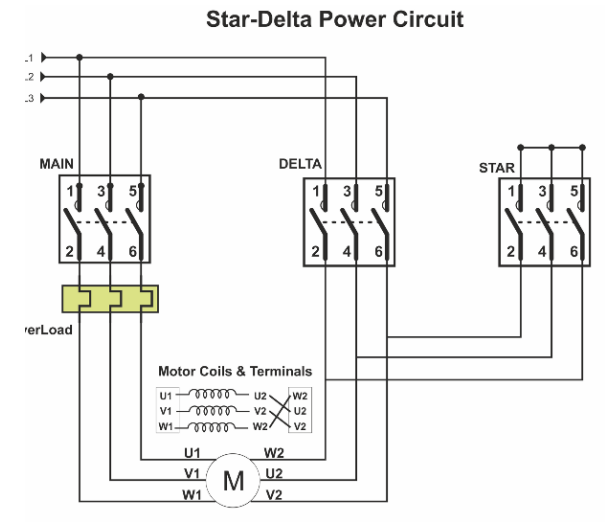
تتكون الدائرة من عدد ٣ كونتاكتورات مناسبة للمحرك الكهربى يتم تشغيل كونتاكتور الرئيسى Main contactor وكونتاكتور الاستار Star Conductor وتسمى هذه التوصيلة star Connection أو مرحل الـ star ثم بعد ذلك يتم إيقاف الكونتاكتور Star وتشغيل كونتاكتور ال Delta ، كما إنه هناك الكثير من الاعتبارات الكهربية المهمه والتى يتم مراعاتها فى تصميم دائرة التحكم للحفاظ على المكونات الكهربية ويكون الترتيب الامثل للتشغيل كالتالى :

**Method 1:**

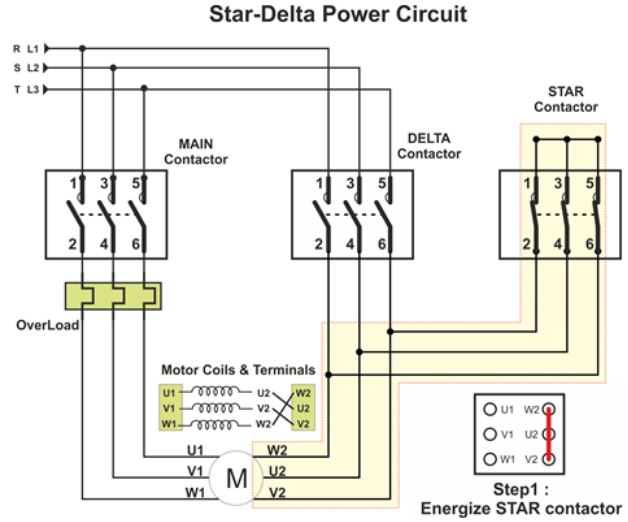
1. START command
2. Energize MAIN and STAR contactor (STAR Stage Connection Complete)
3. Wait Some Time (4-10 S)
4. De-energize STAR Contactor and energize DELTA Contactor with Apply electrical and Mechanical interlock (DELTA Stage Connection Complete)
5. RUNING
6. STOP command

**Method 2:**

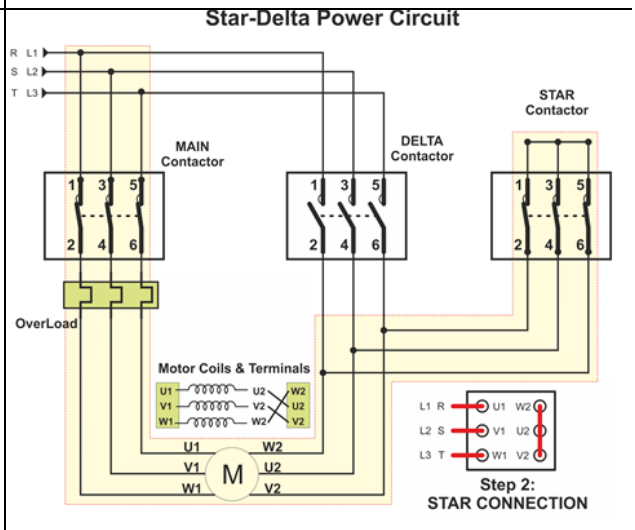
1. START command
2. Energize STAR contactor
3. Energize MAIN contactor (STAR Stage Connection Complete)
4. Wait Some Time (4-10 S)
5. De-energize STAR Contactor with Apply electrical and Mechanical interlock (After ensure STAR contactor OFF you can shift to DELTA Stage)
6. Energize DELTA Contactor (DELTA Stage Connection Complete)
7. RUNING
8. STOP command



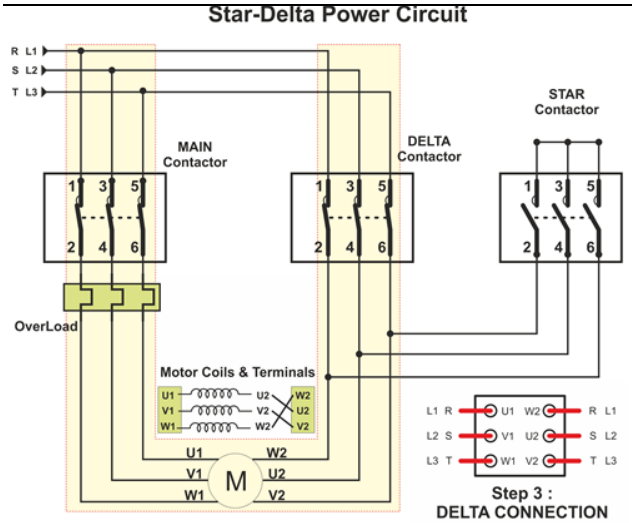

مرحلة ٠ :دائرة القوى – STAR-DELTA




مرحلة ١ : تشغيل كونتاكتور STAR




مرحلة ٢ : تشغيل كونتاكتور MAIN و STAR




مرحلة ٣:تشغيل كونتاكتور MAIN و DELTA

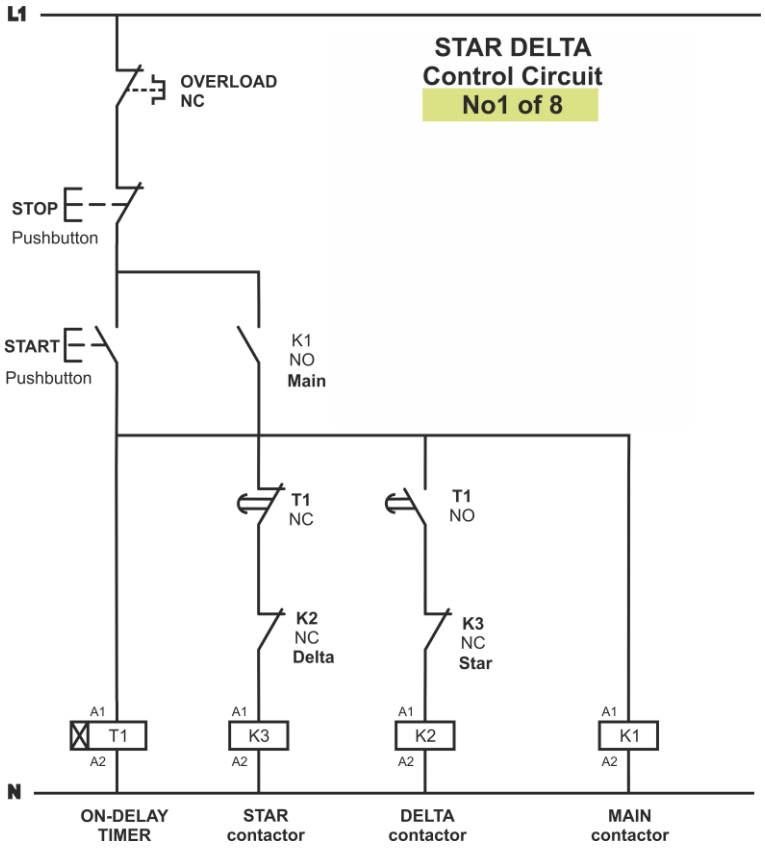
**الشكل ٥٧ : دائرة القوى Power circuit الخاصة بدائرة Star – Delta**

**١. الطريقة الاولي ( Method 1 ) :**

- حسب (الشكل ٥٧) (مرحلة ٠ ← مرحلة ٢ ← مرحلة ٣)

**٢. الطريقة الثانية ( Method 2 ) :**

- حسب (الشكل ٥٧) (مرحلة ٠ ← مرحلة ١ ← مرحلة ٢ ← مرحلة ٣)



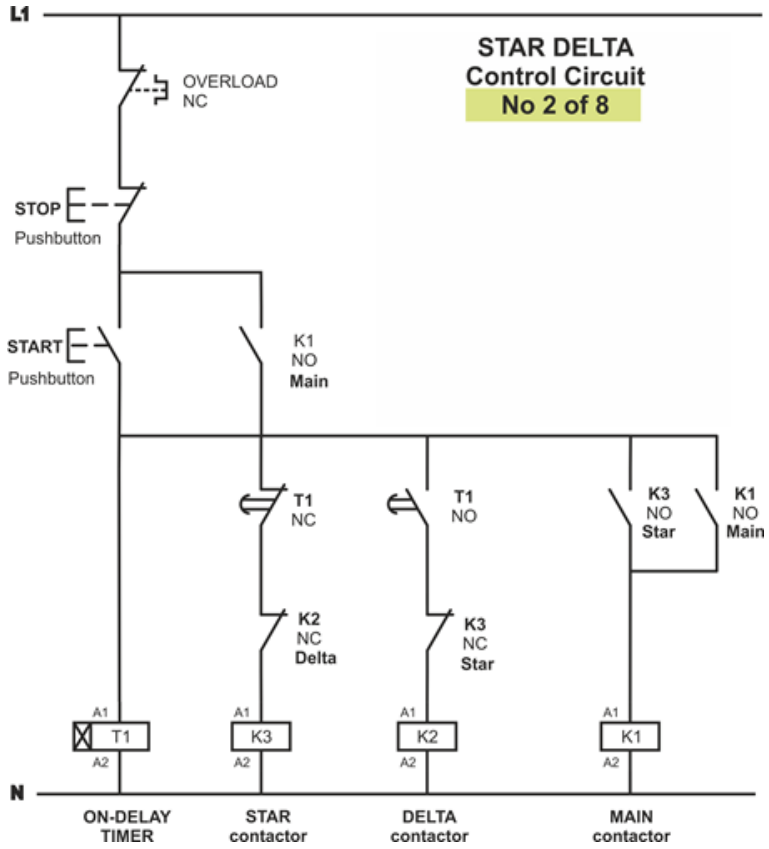

**الشكل ٥٨ : دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (١)**

طريقة عمل الدائرة( الشكل ٥٨ ) عند الضغط على زر Start pushbutton يعمل التايمر T1 (ON-Delay) و فى نفس اللحظة يعمل الكونتاكتور K1 : MAIN ونظراً لأن النقطة المغلقة من التايمر تظل على حالتها T1 : NC بذلك يعمل الكونتاكتور K3 : STAR أيضاً معهما فى نفس اللحظة .وتعمل النقطة K1 : NO : MAIN بعمل مسار تعويضى (LATCH )على زر الـ START pushbutton ولايعمل كونتاكتور الDELTA K2 : وتسمى هذه المرحلة مرحلة الـ STAR

وتبقى الدائرة على هذا الوضع حتى يصل التايمر ON-Delay : T1 إلى القيمة المضبوط عليها (٦ - ١٠ ثو أنى أو القيمة المناسبة للتطبيق)

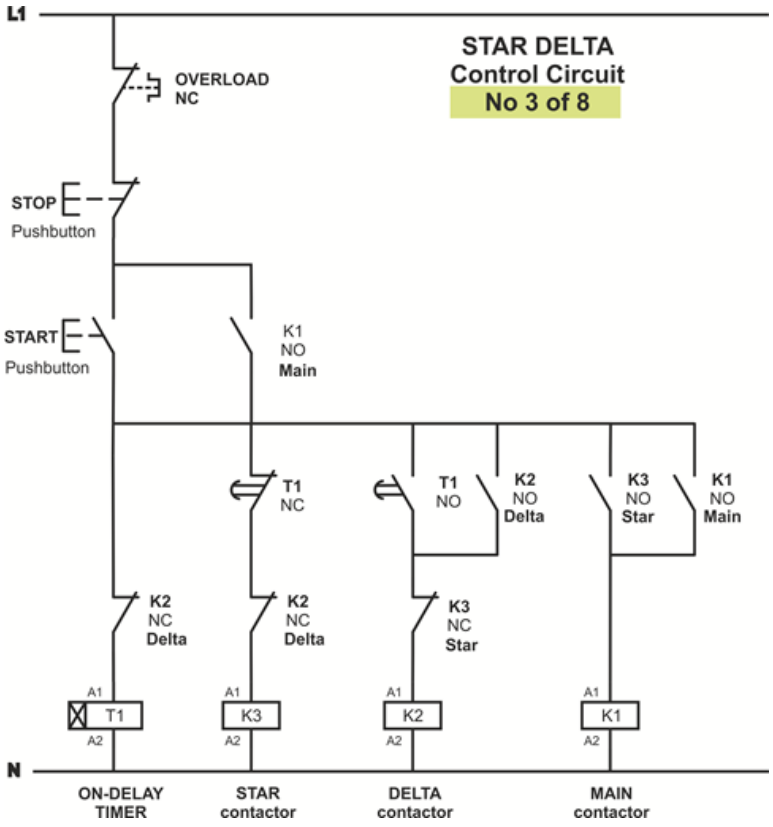
وعند إنهاء التايمر من العد الزمني يقوم بتحويل النقطة Normally Closed إلى الوضع Open وتقوم فى هذه اللحظة إلى فصل الكونتاكتور STAR- وأيضاً نقطة التايمر Normally open إلى وضع Closed ، ونظراً لوجود الانترلوك (K2:NC:DELTA & K3:NC:STAR) فان مسار التحكم ينتظر حتى التأكد من إيقاف كونتاكتور الSTART وهذ يتحقق بأغلان النقطة المغلقة وعودتها إلى طبيعتها ، فى هذه اللحظة يعمل كونتاكتور الـ DELTA ،وتبقى الدائرة على هذا الوضع ( MAIN &

(DELTA Contactor : ON and TIMER also energized) حتى إيقاف الدائرة بالضغط على مفتاح Stop pushbutton



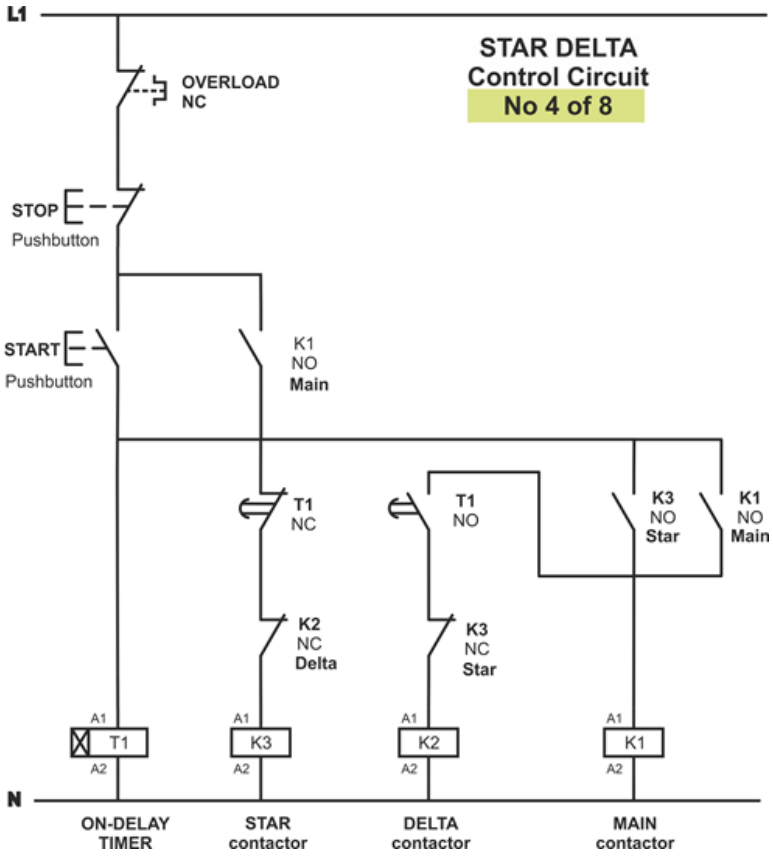

**الشكل ٥٩: دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٢)**

تعتبر هذه الدائرة (الشكل ٥٩) مثل الدائرة السابقة (الشكل ٥٨) ولكن الإختلاف هو أن كونتاكتور الـ MAIN يعمل بعد تشغيل كونتاكتور الـ STAR (بسبب بعض الاعتبارات الكهربية) وذلك عن طريق النقطة K3:NO:STAR لإنها تتحول من Normally Open إلى وضع closed بعد تشغيل كونتلكتور الـ STAR ، وبعد تشغيل كونتاكتور الـ MAIN يتم عمل نفطة تعويضية Latch بإستخدام النقطة K1:NO:MAIN على النقطة K3:NO:STAR حتى تعمل دائماً مع باقى المراحل وفى عدم وجود كونتاكتور الـ STAR



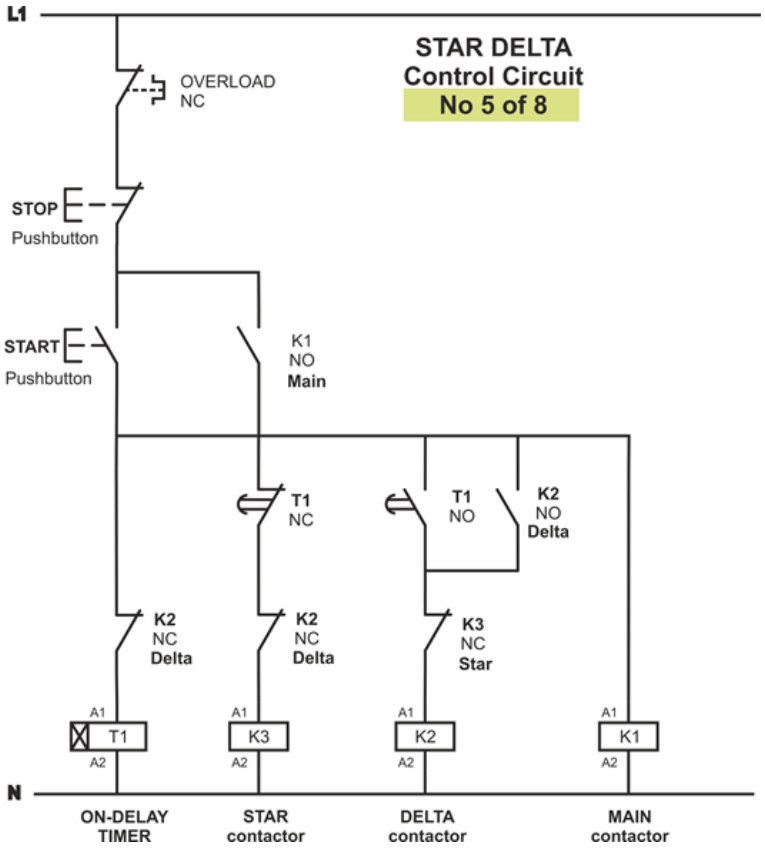

**الشكل ٦٠: دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٣)**

تعتبر هذه الدائرة ( الشكل ٦٠ ) مثل الدائرة ( الشكل ٥٩ ) ولكن الإختلاف هو إنه عند الوصول إلى تشغيل مرحلة ال DELTA يتم إيقاف تشغيل المؤقت الزمني Timer ON-Delay وذلك للحفاظ عليه وإستخدامه فقط فى بدء الحركة ثم فصل الكهرباء عنه عند الوصول لمرحلة الـ DELTA ، ويتم ذلك عند تشغيل كونتاكتور الـ DELTA يتم إستخدام نقطة مغلقة Normally Closed فى طريق ملف التايمر Timer Coil والتى تقوم بفصل التايمر مع إستخدام نقطة تعويضية من K2:NO:Delta على نقطة التايمر لأن فصل التايمر فى هذه اللحظة يفتح المسار من على النقطة T1:No والتى كانت مغلقة بعد العد الزمني .



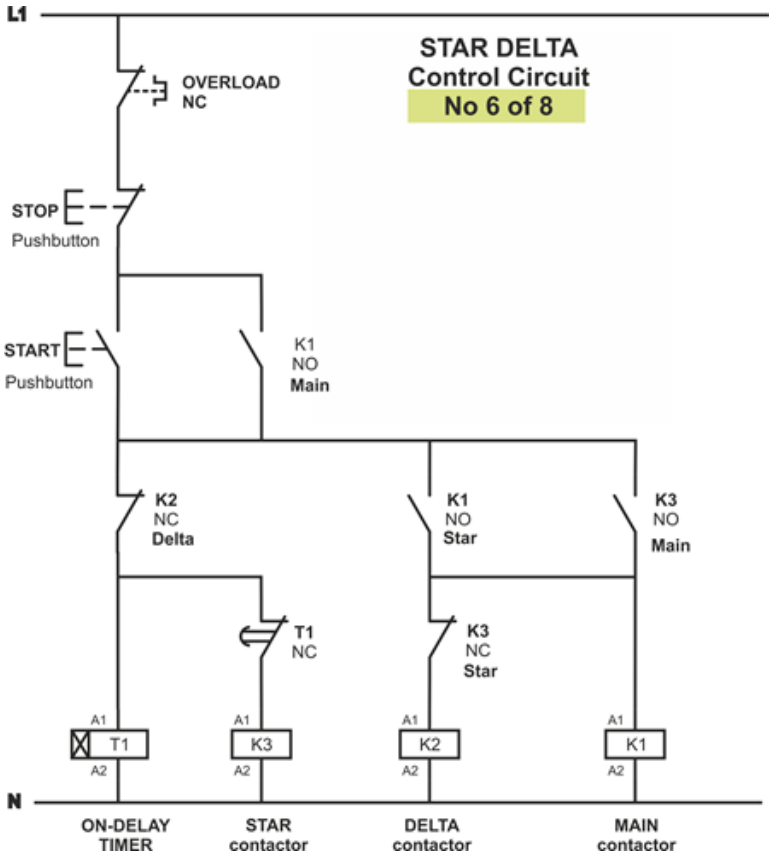

**الشكل ٦١: دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٤)**

تعتبر هذه الدائرة ( الشكل ٦١ )مثل الدائرة ( الشكل ٦٠ ) ولكن تم إستخدام النقطة K1:NO:MAIN كمسار تعويضى بدلاً من نقطة K2:NO:Delta الموجوده فى الدائرة(٣-٨).(الشكل ٦٠)



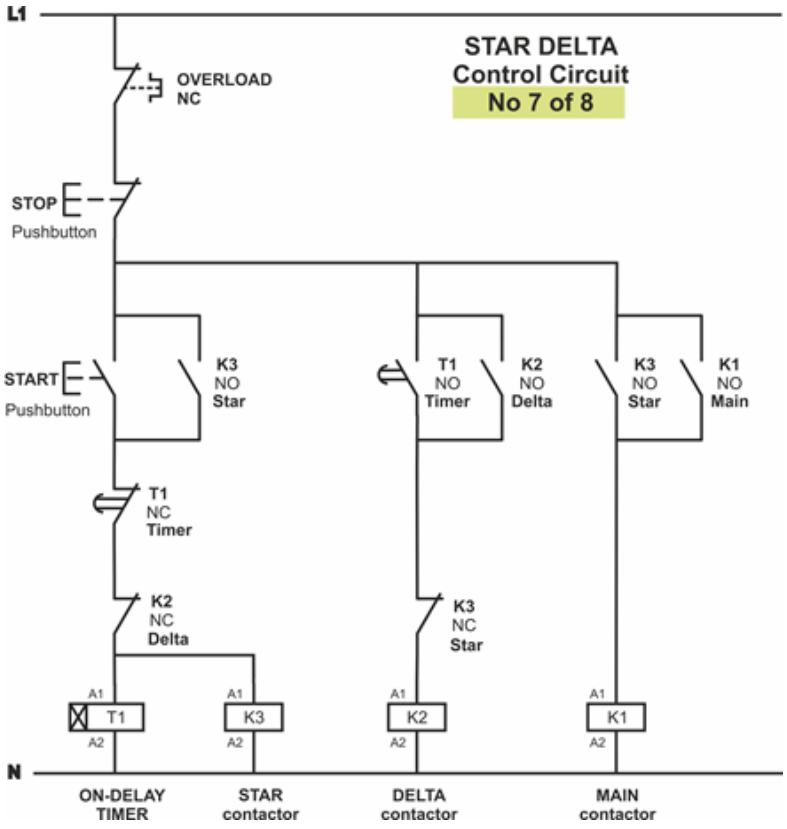

**الشكل ٦٢ : دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٥)**

الدائرة فى ( الشكل ٦٢ ) تعمل بنفس طريقة الدائرة في ( الشكل ٥٨ ) ولكن تم فصل التايمر عتد التحويل الي مرحلة الدلتا كما تم عمل مسار تعويضى Latch لنقطة التايمر المفتوحة T1:ON بإستخدام نقطة K2:NO:Delta لأن التايمر سيتم فصلة.

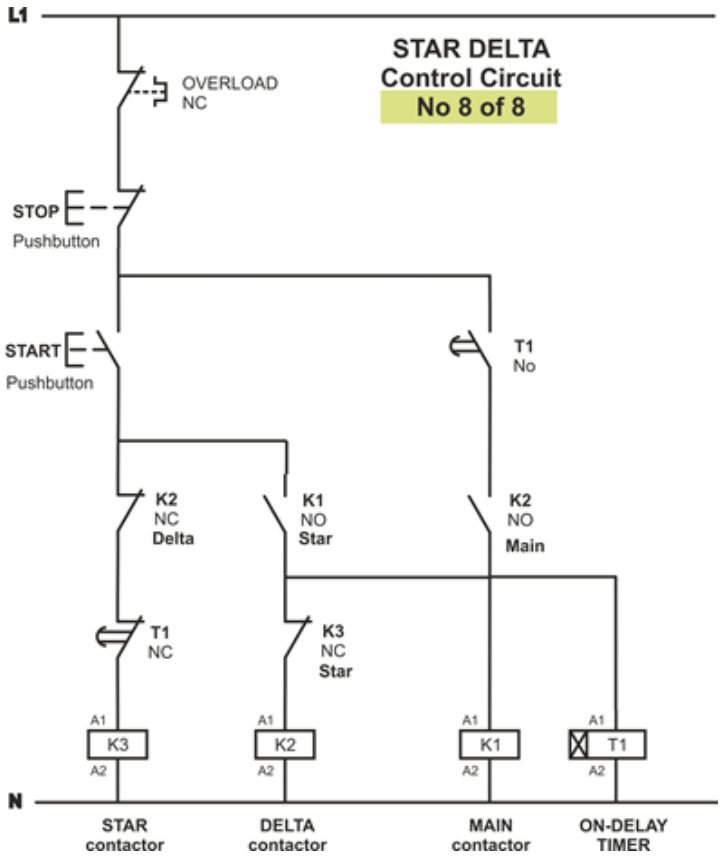



**الشكل ٦٣ :دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٦)**

تعمل الدائرة فى ( الشكل ٦٣ ) مثل الدائرة فى ( الشكل ٦٢ ) ولكن تم تخفيض عدد النقاط المغلقة المستخمة من K2:NC:Delta لكي يكون نقطة واحدة بدلاً من عدد ٢ كما في الدائرة ( الشكل ٦٢ ).




**الشكل ٦٤: دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٧)**




**الشكل ٦٥ : دائرة تشغيل محرك ستار دلتا (٨)**

**المراجع**

- **تم إعداد الإصدار الأول بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

| | |
|---|---|
| **مهندس/ أشرف لمعي توفيق** | **شركة صرف صحي القاهرة** |
| **مهندس/ السيد رجب شتيا** | **شركة مياه وصرف صحي البحيرة** |
| **مهندس/ أيمن النقيب** | **شركة صرف صحي الاسكندرية** |
| **مهندس/ خالد سيد أحمد** | **شركة مياه القاهرة** |
| **مهندس/ طارق ابراهيم** | **شركة صرف صحي القاهرة** |
| **مهندس/ علي عبد الرحمن** | **شركة صرف صحي الاسكندرية** |
| **مهندس/ علي عبد المقصود** | **شركة صرف صحي القاهرة** |
| **مهندس/ محمد رزق صالح** | **شركة مياه وصرف صحي البحيرة** |
| **مهندس/ مصطفي سبيع** | **شركة صرف صحي القاهرة** |
| **مهندس/ وحيد أمين أحمد** | **شركة مياه القاهرة** |
| **مهندس/ يحيى عبد الجواد** | **شركة مياه وصرف صحي الدقهلية** |

- **تم التحديث V2**

**بمشاركة السادة :-**

| | |
|---|---|
| ➢ **المهندس/ خالد سيد أحمد** | **شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى** |
| ➢ **المهندس / ريمون لطفى زاخر** | **شركة الصرف الصحي بالقاهرة** |
| ➢ **المهندس/ علاء عبد المهيمن الشال** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية** |
| ➢ **المهندس/ محمد عطية يوسف** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية** |
| ➢ **المهندس/ محمد محمد الشبراوى** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية** |
| ➢ **المهندس/ محمد صالح فتحى** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية** |
| ➢ **المهندس/ هانى رمضان فتوح** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية** |
| ➢ **المهندس/ عادل عزت عبد الجيد** | **شركة مياه الشرب والصرف الصحي بنى سويف** |

❖ **تمت أعمال التنسيق والإخراج الفني بواسطة كلاً من :**

| | |
|---|---|
| ➢ **الأستاذ/ علاء محمد المنشاوي** | **الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى** |
| ➢ **الكيميائى/ محمود جمعه** | **الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى** |

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المسار الوظيفى