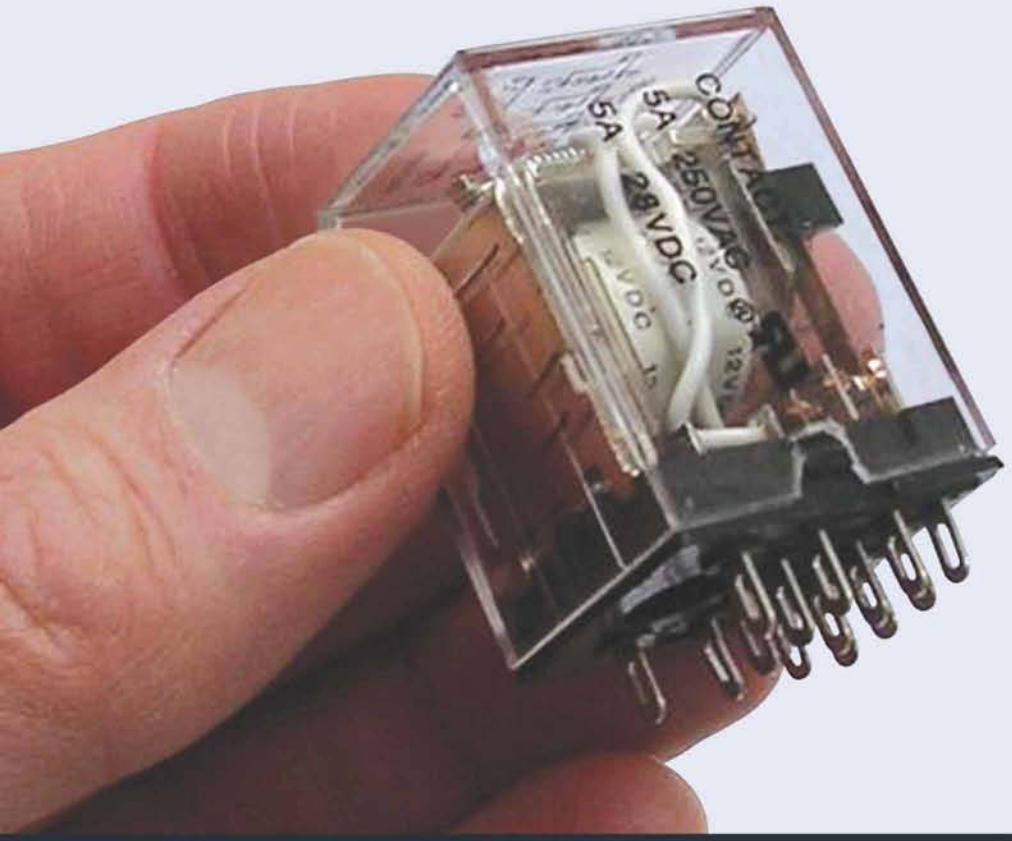


tamer

Digitally signed by tamer
DN: CN = tamer, C = EG
Reason: I am the author of this document
Location: EGYPT
Date: 2007.01.13 10:12:34 +03'00'

تأليف : م - تامر أحمد سالم

دورة أساسيات

التحكم الآلي

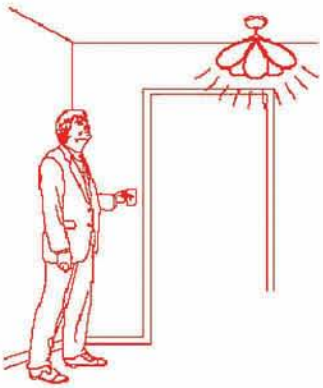
الفصل الأول

مقدمة في التحكم الآلي

مقدمة

يعتبر مجال التحكم الآلى من المجالات الهامة فى العمليات الصناعية حيث لا يحتاج إلى مجهود عضلى كبير بقدر ما يحتاج إلى مجهود ذهنى وتنظيم كبير حتى يخرج نظام التحكم المراد تنفيذه بالصورة الجيدة وبتنظيم رائع يسهل على الغير متابعته وفهمه بالشكل الذى يستطيع من خلاله أى مهندس أو فني التعامل معه بكل سهوله ويسر .

ولكل دوائر الإضاءة ودوائر القوى الكهربية يوجد بها مكونات التحكم على سبيل المثال :
(الريلايـهـات - الكـونتا كـتـورات - المفـاتـيح - لمـبات الإشارة ..... وغيرها) .



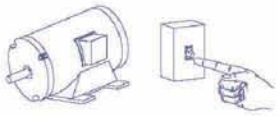
وسوف نعـطى مثال صغير على نظام تحكم بسيط هو اضاءة مصباح فى حجرة من مفتاح اضاءة فى وضعية تشغيل ووضعية ايقاف (ON-OFF) .
وهذا المثال يعبر بكل سهولة عن بعض مكونات التحكم الا وهو مفتاح الاضاءة الذي بالضغط عليه يمكنك اضاءة المفتاح .

ويوجد أجهزة وأنظمة كثيرة فى مجال الصناعة تعتمد اعتماد كلي على مكونات التحكم على سبيل المثال :
التحكم فى المحركات من تشغيل المحرك وايقافه وتوفير الحماية الكافية له وتوفير الحماية للأشخاص الذين يتعاملوا معه. بالاضافة للتحكم فى كيفية تشغيله فى اتجاه معين وعكس اتجاه دورانه عندما نريد ذلك فى منظومة متناسبة تحقق السلامة والتشغيل السليم .

ممكن تنفيذ أنظمة التحكم بالتحكم اليدوى(Manual Control)
وأيضاً يمكن تنفيذه بالتحكم الاتوماتيكي(Automatic Control)

ما هو التحكم اليدوى والتحكم الاتوماتيكي وما الفرق بينهما ؟

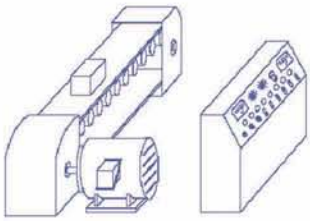
- نظام التحكم اليدوىManual Control :



عندما يقوم شخص ما بعمل أمر ابتدائى لتشغيل النظام وعلى سبيل المثال لابد ان يقوم شخص ما برفع المفتاح حتى يستطيع تشغيل المحرك وايقافه .

-التحكم الاتوماتيكى Automatic Control :

عندما تبدأ المنظومة فى العمل فإن الكثير من المعدات تعمل وتقف تلقائياً حسب النظام الموضوع لها ، ولهذا يوجد تداخل بين النظام اليدوى والنظام الاتوماتيكى فالنظام يبدأ تشغيله يدوياً ثم بعد ذلك يكمل باقى وظائفه اتوماتيكياً لكن يمكن ايقافه يدوياً أيضاً .

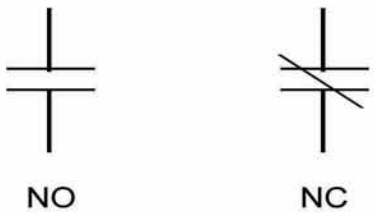


مفاهيم أساسية في التحكم الآلي :

-ما هى نقاط التلامس Contact ؟

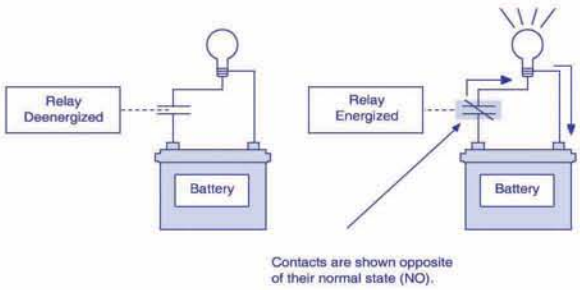
تعرف نقاط التلامس على أنها النقاط التى تسمح بمرور أو فصل التيار فى دوائر التحكم وهي نوعان :

- نقاط التلامس المفتوحة normally open contact ويرمز لها اختصارا بالرمز NO
- نقاط التلامس المغلقة normally closed contact ويرمز لها اختصارا بالرمز NC



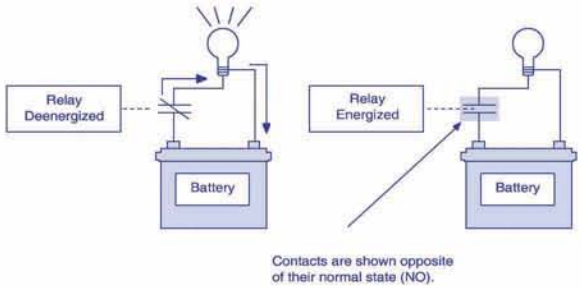
اولا : نقاط التلامس المفتوحة NO :

هى النقاط المفتوحة تكون في وضعها الطبيعى (Default Position)مفتوحة أي لا تسمح بمرور التيار من خلالها وعند التأثير عليها بمؤثر ما ، تتحول إلى نقاط مغلقة تسمح بمرور التيار وعند إزلة المؤثر عنها تعود إلى وضعها الطبيعى نقطة مفتوحة .

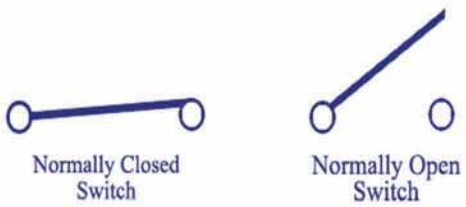


ثانيا : نقاط التلامس المغلقة NC :

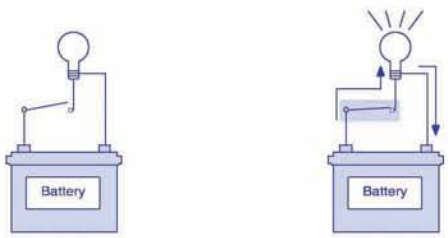
هي النقاط التي تكون في وضعها الطبيعي default position مغلقة . أي تسمح بمرور التيار من خلالها .
وعند التأثير عليها بمؤثر ما تتحول إلى نقاط مفتوحة فلا تسمح بمرور التيار .
وعند إزالة المؤثر عنها تعود إلى وضعها الطبيعي مغلقة .



ولابد من فهم المعنى الهندسي من نقاط التلامس المفتوحة والمغلقة حيث يستخدم هذا المعنى فى تطبيقات كثيرة .
فمثلاً :
مفاتيح ذات نقاط تلامس مفتوحة وأخرى ذات نقاط تلامس مغلقة .



ونلاحظ فى الشكل الموضح أدناه أنه فى الوضع الأول لا يضيء المصباح وذلك لأن المفتاح من النوع Normally Open وعندما يتم الضغط عليه يضيء المصباح لأنه تحول إلى الوضع Normally Closed .



المفاتيح Switches

تعتبر المفاتيح مكون أساسى في أي منظومة تحكم آلي ووظيفتها الأساسية توصيل التيار إلى جزء معين في الدائرة عند حدوث ضغط عليها أو تحريكها يدويا .

أنواع المفاتيح

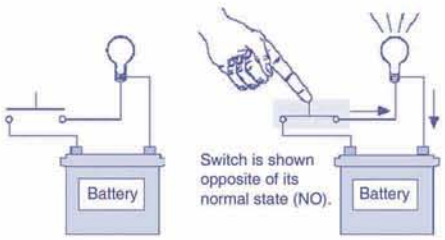
١ - مفاتيح إيقاف وتشغيل Push Buttons
٢ - مفتاح اختياري selector switch

أولا: مفاتيح الإيقاف والتشغيل Push Buttons

تعتبر مفاتيح الإيقاف والتشغيل من أهم المكونات الأساسية لدوائر التحكم حيث أن وظيفتها الأساسية توصيل أوفصل التيارعن جزء معين بدائرة التحكم .

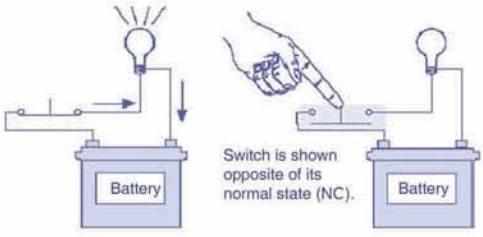
مفتاح التشغيل Start Push Button

تكون وضعية نقطة التلامس به مفتوحة دائما وعند الضغط عليه تتحول إلى نقطة مغلقة ثم تعود إلى وضعها الأصلي بعد عدم تحريرها .
أي أنها لحظة الضغط عليها تتغير وضعية نقطة التلامس كما بالشكل .



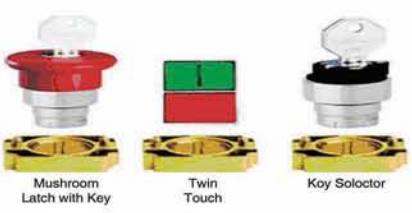
مفتاح الايقاف Stop Push Button

تكون وضعية نقطة التلامس مغلقة دائماً وعند الضغط عليه تتحول إلى نقطة مفتوحة ثم تعود إلى وضعها الأصلى بعد تحريرها .



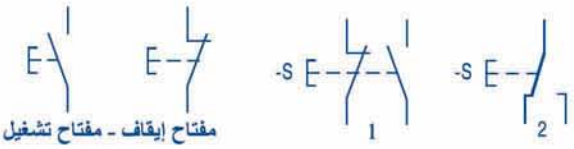
- توجد أشكال مختلفة من هذه المفاتيح أي أنه من الممكن أن يكون لنفس المفتاح أكثر من نقطة تلامس ، منها المفتوح والمغلق حسب الإستخدام .
- يوجد بعض الأنواع التي تعمل بمفتاح و ذلك لضمان عدم التشغيل إلا عن طريق شخص معين الذى يحمل المفتاح كما فى الشكل .
- وهناك أنواع أخرى توجد بها لمبة بيان (indicotion lamp) .

مفتاح ايقاف وتشغيل بلمبة بيان



الرمز الكهربي

نلاحظ في المفتاح رقم (١) انه عند الضغط عليه يتغير وضع نقطتين منفصلتين أما في المفتاح رقم (٢) يتغير وضع نقطة تلامس واحدة من مفتوحة إلى مغلقة .

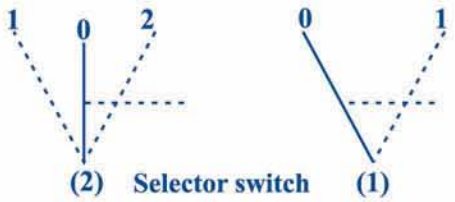


ثانيا: مفتاح اختيارى selector switch :

يتكون من مجموعة من نقاط التلامس عند تحريك وضعية الذراع تتغير وضعية نقاط التلامس ويوجد منه أكثر من نوع :

١- نوع يكون وضعين (noitisop 2)

٢- نوع يكون ثلاث أوضاع (noitisop 3)



الرمز الكهربى:

نلاحظ فى المفتاح رقم (١) أنه ذو وضعين والمفتاح رقم (٢) ثلاث أوضاع .

مفتاح اختياري selector switch

الفصل الثاني

الحساسات

مقدمة

من خلال هذا الجزء سوف نغطي مبادئ أساسية عن الحساسات ونظرية عملها ومواصفاتها وكيفية اختيار الحساس المناسب حسب التطبيق وظروف التشغيل التى يستخدم لها .
وسوف يتم تغطية هذا الجزء بشئ من التفصيل لما فيه أهمية كبيرة فى المجال الصناعى والمجال الهندسى بصفة عامة وسوف نتطرق فى هذا الجزء إلى أهم الحساسات استخداماً وهي :

* Limit Switches
* Inductive Proximity Sensors
* Capacitive Proximity Sensors
* Ultrasonic Proximity Sensors
* Photuelectric Sensors

ولكن لابد من معرفة بعض الأساسيات وما هو الحساس بصفة عامة وخصائصه والعوامل المؤثرة عليه وطرق توصيله ، ففي الجزء القادم سنتحدث عن هذه النقاط بشئ من التفصيل.

ما هو الحساس(sensor) :

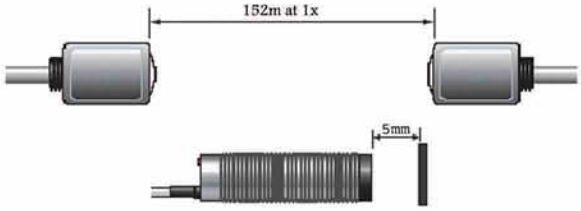
هو جهاز يعطى إشارة عند تغير حالة معينة(changing condition) تؤثر عليه .
ما هو المعنى من تغير الحالة changing condition ؟
يمكن تعريفها على أنها ظهور أو غياب هدف أو مادة معينة توثر فى الحساس ويطلق عليها discrete sensing
ومن الممكن للحساس أن يقيس متغيرات مثل المسافة أو الألوان أو الأحجام وهذا مايطلق عليه analog sensing

خصائص ومواصفات الحساسات :

١ - مسافة الحس Sensing distance

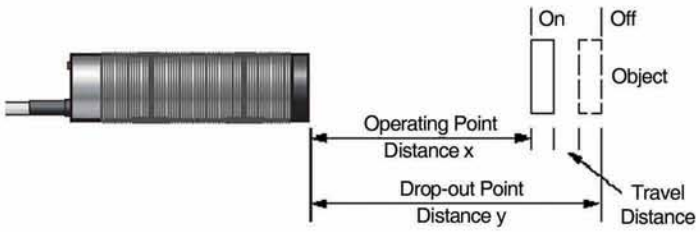
عند اختيار أي حساس لابد من الأخذ في الإعتبار sensing distance المصمم عليها هذا الحساس وهى المسافة التى يعمل فيها الحساس بكفاءة .
وإذا وجد مؤثر في هذه المسافة فإن الحساس يتأثر به وإذا تعداها لا يوجد أي تأثير على الحساس .

وتختلف هذة المسافة من حساس إلى أخر وهي خاصية مهمة عند إختيار الحساس .



٢ - Hysteresis :

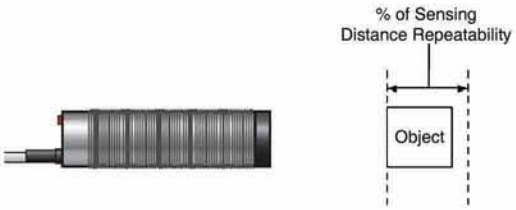
هى الفرق بين آخر مسافة يمكن للحساس أن يعمل فيها في وضعية (switch on) بثبات وأول مدى له يعمل في وضعية
(switch off)بثبات أيضاً .
أي أننا نقيس الفرق بين المسافة القصوى التى يعمل فيها الحساس switch on (أي يحس بالمتغير الموثر فيه) وبداية عدم احساسه بذلك الموثر عند تحريكه و ثباته على هذه الوضعية switch off .



$$\frac{\text{Distance "y" - Distance "x"}}{\text{Distance "x"}} = \%\ \text{differential}$$

3 - Repeatability :

هـي قـدرة الحـساس أن يحس بالمؤثر بنفس المسـافة لكل مرة و يعـبر عـنها بنسبة مئوية من مسافة الحـس (sensing distance).



4 - Response Time :

هو الزمن الذى يستغرقه الحساس فى تغير وضعيته من ON الى OFF أو العكس ...
وتعتبر هذه الخاصية هامة جداً في التطبيقات الحساسة التى تحتاج إلى رد فعـل سريع للحسـاس عند التـأثير عليه بمؤثر يؤثر فيه .

المعايير Standards التى يتم مراعاتها عند تصنيع الحساسات

توجد الكثير من المعايير التى تلتزم بها الشركات المصنعة للحساسات بصفة عامة وتعتبر هذه المعايير أساسية لاختيار الحساس المناسب ومن هذه المعايير :

- الظروف البيئية التى سيوضع فيها الحساس (درجة حرارة الوسط المحيط بالحساس - الرطوبة - الضغط - ....) وكما يطلق عليها Environmental Conditions .
- طريقة تشغيل الحساس .
- كيفية تركيبه .
- طريقة الصيانة .

كل هذه المعايير هى معايير عامة تلتزم بها كل الشركات المصنعة وعلى أساسها يتم تصنيع الحساسات حسب التطبيق .

فتجد مثلاً حساس معين يتحمل درجة حرارة الوسط المحيط حتى 90 درجة مئوية ونفس الحساس يتحمل درجة حرارة حتى 60 درجة مئوية - هذا معناه أن الشركة تقوم بإنتاج نفس الحساس لنفس الوظيفة لكن الاول يتحمل درجة حرارة أكثر من الثانى...

ولكى يتم التأكد من مطابقة الحساس للمواصفات والشروط لابد أن تقوم الشركة باختبار هذا الحساس وأيضا لابد أن يتم اختبار الحساس فى إحدى المنظمات الدولية التى تعطى شهادات مطابقة للمواصفات ومن هذه المنظمات :

-NEC: National Electrical Code
-IEC: International Electrical Commission
-NEMA: National Electrical Manufacturers Association
-CENELEC: European Committee for Electrotechnical standardization

وتعتبر هذه المواصفات إحدى مزايا كفاءة الحساس . لأنه بحصول الشركة المصنعة على هذه الشهادة فإن الحساس قد خضع للعديد من التجارب والإختبارات للتأكد من أنه مطابق للمواصفات .

- غالبا ما تطابق المواصفة CENELEC فى الأسواق الأوربية ومواصفة NEMA تطبق فى أمريكا الشمالية أما IEC فى مواصفة عامة وتغطى أغلب المواصفات .

كيفية اختيار الحساس

في أغلب الأنظمة الصناعية يوجد الكثير من العمليات process مثل التعبئة والتجميع والتغليف وغيرها من العمليات وفي هذه العمليات لكي يتم تنفذيها بصورة جيده يجب استخدام حساسات بمواصفات معينة ولكي يتم اختيار الحساس المناسب يجب تحديد بعض الاشياء:

١- تحديد وظيفة الحساس ، هل سيقوم بتحديد حدود معينة limiting أم سيحس بسرعة شى ما أم بالضغط أم اتجاه شى يتحرك.....

٢- تحديد مكان تثبيت الحساس وأفضل مكان مناسب لتركيبة .

٣- تحديد مصدر التغذية power supply الذى يعمل عليها الحساس وهل هو تيار متردد Ac voltage أم تيار مستمر Dc voltage و ما قيمة هذا الفولت .

و مصادر الفولت هى كالأتى يمكن الاختيار الحساس بينها :

- 10-30V DC
- 20-130V AC
- 90-250V AC
- 20-250V AC/DC

وأغلب الحساسات الآن تعمل على فولتيات مختلفة لنفس الحساس . مثلاً : من الممكن أن يعمل نفس الحساس على فولتية DC 24 v أو على فولتية 220 v AC حسب توفر أى منهم .

فيم سيؤثر الحساس What the sensor will be effect ؟

كما عرّفنا الحساس بصفة عامة سابقاً أنه يحس بمتغير معين ويعطي خرج كهربي يعبر عن هذا المتغير .

يتم أخذ هذه الإشارة الكهربية وتحويلها إلى (إشارة كهربية - حركة ميكانيكية - صوت - طاقة ضوئية .....) ويحدث ذلك عن طريق ما يسمى بـ Load ، ويمكن تعريف load على أنه يترجم الإشارة الكهربية التى تخرج من الحساس إلى كهرباء - طاقة ميكانيكة - طاقة صوتية - طاقة ضوئية...)

ولذلك لابد من معرفة خصائص load الذى سيتصل به الحساس وهو ثلاث أنواع :

١- مقاومة Resistive load :

يطلق على هذا النوع من الاحمال Ideal Type ويجب معرفة قيمته حتى يتم إحتساب التيار المسحوب لأن القدرة الكهربية المفقودة تتناسب تناسب طردى مع الفولت .

٢- الحمل السعوي capacitive Lood :

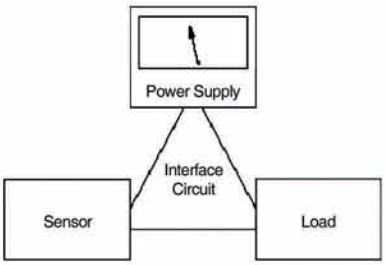
يعتبر حمل فعال فى الدائرة ومن الممكن أن يسبب حدوث قصر فى الدائرة لحظة الوصول switching on .

٣- الحمل الحثي inductive Lood :

يعتبر أيضا حمل فعال فى الدائرة مثل ملف الريلي وملف السلونيد فالف ومن الممكن أن يسبب حدوث ارتفاع لحظي فى الفولتية لحظة الفصل switch off .

ما هي انواع الخرج وكيفية توصيله فى الحساسات :

التوصيل بين الحساس(sensor) ومصدر التيار (power supply) والحمل(load) غالبا ما تسمى هذه التوصيلة دائرة الربط (interface circuit) كما بالشكل ..



مصدر التيار (Power Supply)

توجد أكثر من قيمة فولتية تعمل عليها الحساسات ولذلك يجب تحديد قيمة المصدر حتى يتسنى لنا اختيار الحساس المناسب و هذه القيم هى :

- 12V DC
- 24V DC
- 120V AC
- 240V AC

والحساسات الصناعية مصممة لتعمل فى مدى فولتية :

- 10-30V DC
- 20-130V AC
- 90-250V AC
- 20-250V AC/DC

الحماية (Protection) التى يجب ان تتوفر للحساس

من خلال قراءتنا لقيم الفولت السابقة فإنه يوجد مصادر جهد متغيرة واخرى مستمرة . بالنسبة للحساسات التى تعمل على مصدر فولت متغير من الممكن أن نأخذ التيارمن المصدر الأساسى مع توفير الحماية للحساس .
أما التيار المستمر فيجب توفير مصدر جهد مستمر للحساس وعزل مصدر الجهد المستمر عن الجهد المتغير حتى لا يحدث تأثير وتغير في إشارة الجهد المستمر .

سواء كان الجهد متردد أو مستمر يجب استخدام الفيوز حيث سيحمى مصدر التيار والتوصيلات فى الدائرة ولكنه سيمثل حماية ضعيفة للحساس فى الدائرة ولذلك يجب معرفة التيار الذى سيسحبه الحساس

- Photoelectric 35mA
- Ultrasonic 70mA
- Inductive 15mA
- Capacitive 15mA

وحتى الفيوز سريعة الفصل ومحددات التيار الالكترونية تكون بطيئة جدا لحماية الحساس من الضرر فى الحالات التالية :

- حدوث قصراو زيادة حمل .
- انعكاس القطبية : الاطراف الموجبة والسالبة وصلت بطريقة معكوسة بالحساس .

انواع الخرج للحساس Sensor out type :

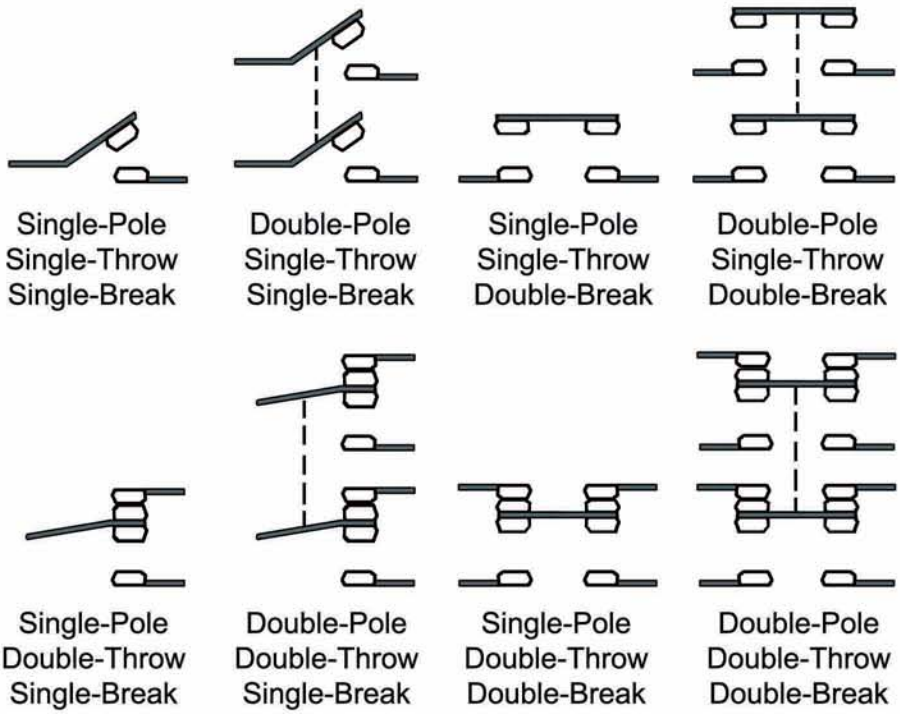
يوجد نوعان أساسيان للخرج بالنسبة للحساسات وهما :

-Electromechanical output (relay-switch)
-solid-state or electronics (Transistor -FET -Triac – Analog - Network or Bus)

ولكى تختار الخرج المناسب للحساس يعتمد ذلك على ما سيتصل بالحساس interface وسوف نتحدث عن الأنواع المختلفة للخرج وطريقة توصيلها وتوصيل load بها .

Electromechanical

سميت بهذا الإسم لوجود ريلاي عندما يسلط على طرفيه قيمة فولت معينة يتولد مجال مغناطيسي يقوم بجذب جزء معدنى فيغلق النقاط المفتوحة Normally Open (NO) ويحولها الى نقاط مغلقة . ويحول النقاط المغلقة Nor-mally Close(NC) إلى نقاط مفتوحة ، ولوجود هذه النقاط المعزولة عن مصدر التيار يطلق عليها نقاط التلامس الجافة dry contact أي نقاط التلامس التى لا تحمل تيار ، ولذلك يمكن توصيلها بأى مصدر تيار سواء كان متردد أو مستمر بالرغم أنه من الممكن أن يكون الحساس يعمل على تيار مستمر وتوصل هذه النقاط بمصدر تيار متردد ولا يوجد أي خطورة فى ذلك لأنهم معزولين عن بعض .
وهذه النقاط كثير فمن الممكن أن يوجد بالحساس أكثر من نقطة كما هو موضح:



- SPST—Single pole, single throw
- SPDT—Single pole, double throw
- DPDT—Double pole, double throw

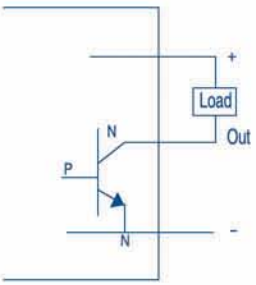
Solid-state or electronics

يستخدم هذا الخرج في حالة الحساسات التي تعمل على فولتيه مستمرة قليلة low DC voltage sensor ويعتبر solid-state switch هو قطعة إلكترونية ولا يوجد بها أي أجزاء ميكانيكية.ويوجد منه أكثر من نوع سوف نتطرق إليها.

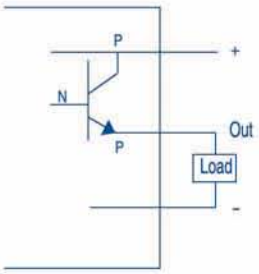
NPN/PNP Transistor

يعتبر الترانزستور أحد أهم الأنواع بالنسبة لخرج الحساسات التى تعمل على تيار مستمر منخفض ويتكون من قطعة من السليكون (silicon chip) وثلاث نقاط توصيل ومكبر amplifier . والترانزستور القياسي هي نوعان : NPN or PNP .

بالنسبة للنوع NPN لابد أن يتصل الحمل LOAD بين خرج الترانزستور والطرف الموجب (+) لمصدر التغذية وهذا ما يسمى كهربيا Sinking Output كما بالشكل .

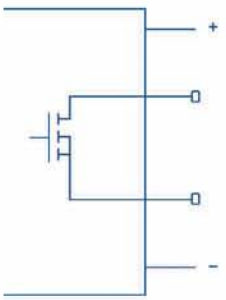


أما بالنسبة للنوع PNP يعتبر خرج الترانزستور هو المصدر sourcing output و لذلك لابد من توصيل الحمل load بين خرج الحساس والطرف السالب (-) لمصدر التيار كما بالشكل .



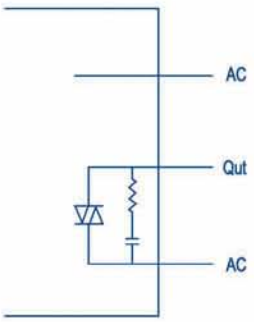
FET (Field Effect Transistor)

يستخدم كفصل وتشغيل فى حالات التيار المستمر والتيار المتردد و يستهلك تيار قليل جدا حوالى 30 ميكروامبير فى لحظة switching ولكن يعتبر FET أغلى ثمنا من الترانزستور العادى لكن ميزته أنه يستخدم في التيارالمتردد .



TRIAC

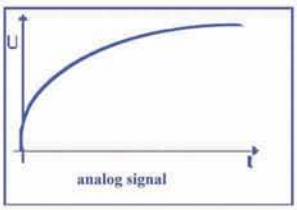
صمم triac للإستخدام فى حالة AC switching فقط .
وميزته أنه يتحمل تيار عالي ولذلك يفضل في حالة توصيل الحساس بالكونتاكتورات والسلونيد فالف .

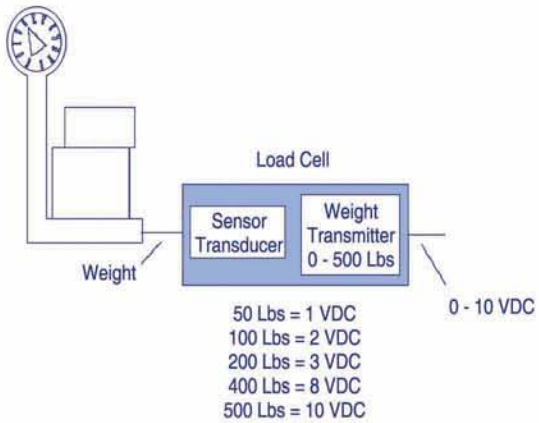


الخرج التماثلى Analog output :

الحساسات ذات الخرج التماثلى analog o/p sensor يكون الخرج لها هو فولت أو تيار متغير القيمة ويتناسب مع ما يحس به الحساس من تأثير عليه ، وتختلف قيم خرج الحساب فمنها :

* 0 to 20 mA
* 4 to 20 mA
* -20 to 20 mA
* 0 to 5 V
* 0 to 10 V
* -10 V to 10 V





وكما في المثال فهناك حساس يحس بالوزن بحيث أن قيمة خرج الحساس ما بين (0 v to 10 v) وهى تتناسب مع وزن يتراوح بين (0 lbs to 500lbs)

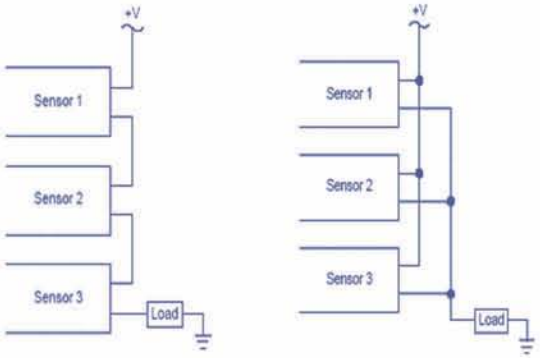
ولذلك يجب معرفة نوع الخرج بالنسبة للحساس ومعرفة خصائصه حتى نستطيع تحديد مواصفات الحمل load الذى سيتصل بالحساس .

التوصيل Wiring :

لابد من معرفة كيفية توصيل الحساسات لأنه من الممكن أن يكون التوصيل خاطئ فيؤدي إلى تلف الحساس . ومعظم الحساسات تكون 2wire أو 3wire في حالة 2wire يتم توصيل load بالتوالي مع الحساس ، أما في حالة 3wire يتم توصيل طرفان بمصدر التيار power supply والطرف الثالث يكون هو خرج الحساس switch the load كلا من النوعين 2wire&3wire يمكن توصيلة بالتوالي أو بالتوازي كما سيتضح لاحقا .

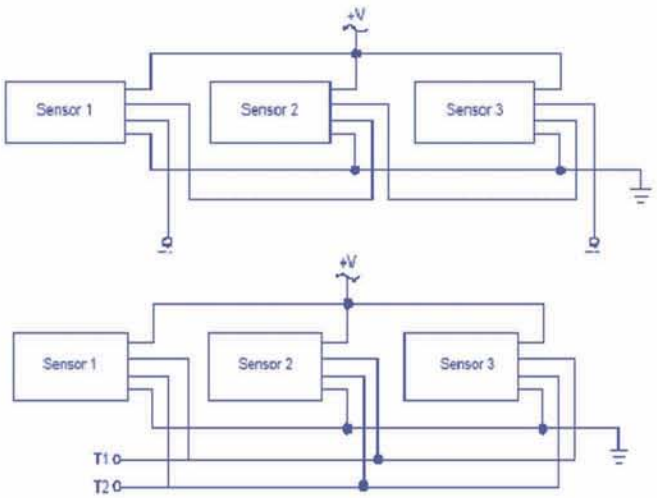
الحساسات ذات طرفي توصيل 2wire sensor توالى وتوازى

يعتبر توصيل 2wire sensor من أبسط التوصيلات للحساسات ، إلا أن تغذتيها تكون من مصدر رئيسى ولأننا كما ذكرنا أن load يتم توصيله بالتوالي مع الحساس فمعنى ذلك أنه يحدث voltage drop نتيجة توصيل load بالتوالى ولذلك لابد من تحديد عدد الحساسات التى سيتم توصيلها بالتوالى .



توصيل الخرج من نوع ريلى توالى وتوازى

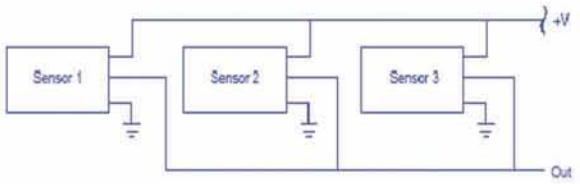
هذه التواصيل من مميزاتها أنها تفصل مصدر التغذية عن الخرج switch في كُلٍ من توصيلة التوالى والتوازى يتم توصيل الملف الخاص بالريلي بالتوازي بمصدر الفولت أما نقطة التلامس الخاصة بكل ريلي يتم وصلها توالي أو توزاي حسب التوصيلة المراد تنفيذها كما هو موضح بالرسم .



Relay Parallel Connection

توصيل الحساسات ذات (٣) أطراف بالتوازى

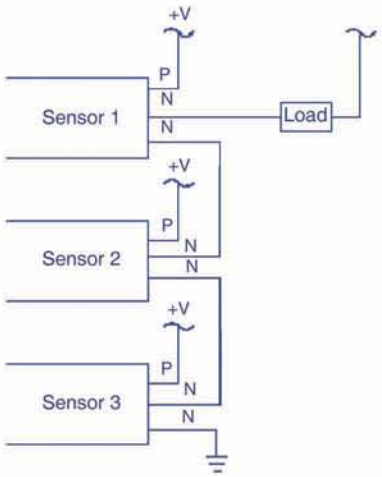
الحساسات ذات الخرج ترانزستور NPN أو PNP سهلة التوصيل بالتوازى ولكن لابد أن يكون خرج هذه الحساسات له نفس المواصفات .



توصيل الحساسات ذات ٣ أطراف NPN بالتوالى

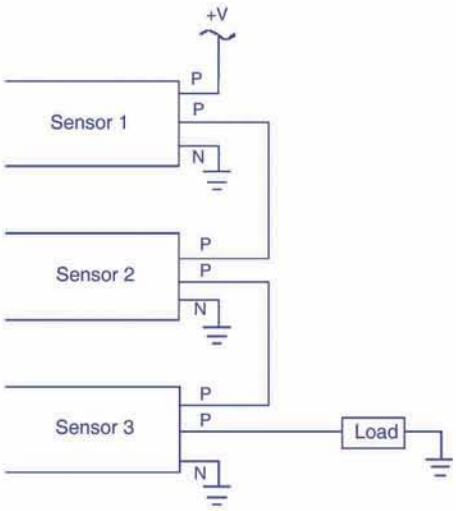
توصيل الحساسات بالتوالى ذات خرج الترانزستور NPN يتم توصيلها بالتوالى مع الطرف السالب لمصدر الفولت ويتم توصيل جميع الحساسات مع بعضها البعض بالطرف السالب بالتوالى حتى آخر حساس في التوصيلة وفي النهاية يتم توصيل LOAD . وذلك لأن كل حساس يقوم بتغذية الحساس الذى يليه بالفولتية .

ولكي يتم التغلب على المعاوقة السعوية لمصدر التغذية يتم توصيل مقاومة فى حدود 10 Ohm أحيانا بالتوالي مع الحساس...



توصيل الحساسات ذات ٣ أطراف NPN بالتوازى

أما توصيل الحساسات ذات خرج الترانزستور PNP توالي فإنه يلزم توصيل كل حساس بمصدر التيار ويليه كل حساس حتى يتم توصيل Load في نهاية التوصيل بالطرف السالب بمصدر التغذية كما في الرسم .



وأيضا ولكي يتم التغلب على المعاوقة السعوية لمصدر التغذية يتم توصيل مقاومة فى حدود 10 Ohm أحيانا بالتوالي مع الحساس...

في الجزء القادم سوف نوضح أهم أنواع الحساسات بشئ من التفصيل

مفاتيح نهاية شوط Limit Switch

يطلق عليها أيضا المفاتيح المحددة الكهروميكانيكية Electromechanical limit switch وهي تحمل عدداً من نقاط التلامس المفتوحة والمغلقة ويتغير وضع هذه النقاط عند اصطدام شئ بها ويمكن ملاحظتها بكثرة في الرافعات والمصاعد وعلى سيور نقل الحركة .

- يجب تحديد شكل ذراع الحركة ومدى تحمله للصدمات وتصميمه الميكانيكى بحيث يلائم طبيعة الجزء الميكانيكى الذى سيصطدم به .
- محيط التشغيل أي المكان الذى سيثبت فيه من حيث الرطوبة والأتربة ودرجة الحرارة والإهتزاز حتى نستطيع أن نحدد الشكل المناسب والهيكل الخارجى للمفتاح هل يكون مصنوع من المعدن أم البلاستيك . ففي الصناعات الكيميائية والأسمدة يفضل الهيكل البلاستيكي إذا كانت درجة الحرارة ليست عالية .
- يجب تحديد عدد نقاط التلامس الذى سنحتاجها .
- تحديد كيفية تثبيته ووضعه في مكانه المناسب .

ما هى مكونات Limit Switch ؟

١ - المشغل Actuator

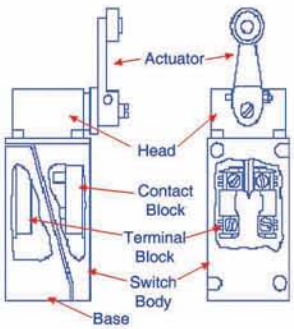
يعتبر جزء من المفتاح ومن خلاله ينقل الإحساس إلى باقي أجزاء المفتاح ويوجد منه أشكال عديدة ومنه ثلاثة أنواع هي :

- Side rotary
- Side or top push
- Wobble stick or cat whisker

٢ - الرأس Head

يعتبر الرأس هو الجزء الذى يوجد به الأجزاء الميكانيكة المسؤولة عن نقل الحركة من Actuator إلى نقاط التوصيل . فعندما يتحرك Actuator يقوم الجزء الميكانيكى بالضغط على نقاط التوصيل ..

٣ - صندوق النقاط Contact block



يحتوي على مجموعة نقاط توصيل التى من الممكن أن تكون زوجين من نقاط التوصيل أو أربعة أزواج .

٤ - أطراف التوصيل Terminal block

تحتوى على مسامير من خلالها يتم توصيل الأسلاك الكهربية بنقاط التوصيل .

٥ - جسم المفتاح Switch body

يحتوي على صندوق النقاط contact block و أطراف التوصيل terminal block

وظيفة المشغل (Actuator) وأنواعه

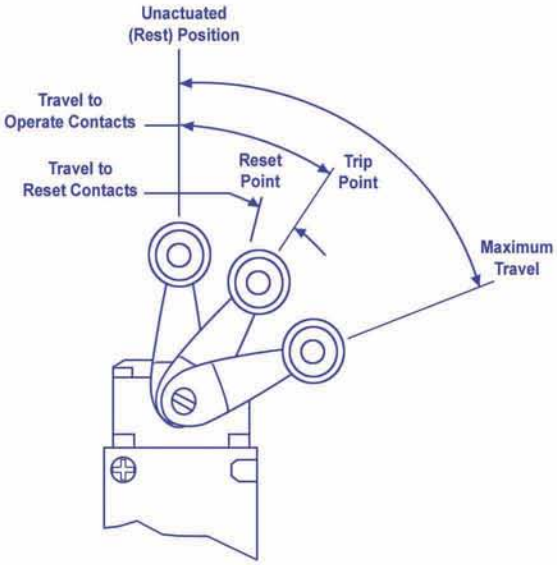
للمشغل (actuator) وضعين هما :

- وضعية عدم التشغيل reset point وهي الوضعية التى لا يؤثر عليها أي قوة أو عزم .
- وضعية التشغيل trip point . عندما يتأثرفيها المشغل بقوة أوعزم فإنه يتحرك من وضعية reset إلى وضعية trip وتوجد ثلاث أنواع من المشغلات actuators وهى :

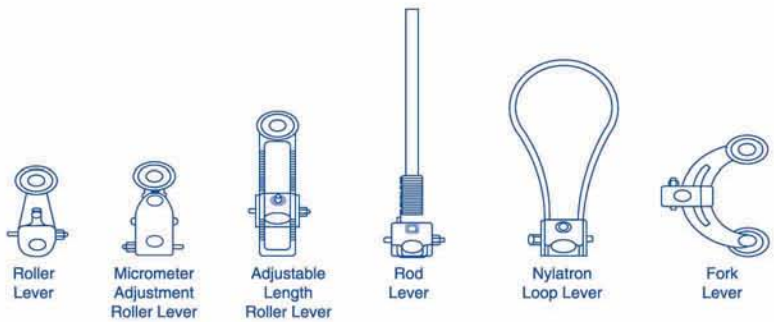
- solid rotary
- Top Push side
- Wobble stick cat whisker

- solid rotary :

هو عبارة عن عمود بارز مثبت بجانب الرأس الخاصة بالمفتاح (limit switch) وعندما يتحرك تعمل نقاط التوصيل وهذا النوع من الممكن أن يتحرك في اتجاه واحد أو اتجاهين (Uni-direction أو Bi-direction)

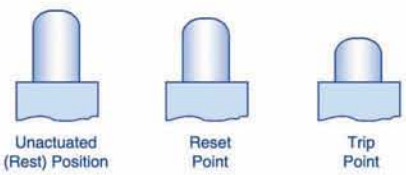


ويثبت على هذا العمود ذراع يسمى (lever arm) ويوجد من هذا الذراع أشكال كثيرة كما هو موضح بالشكل



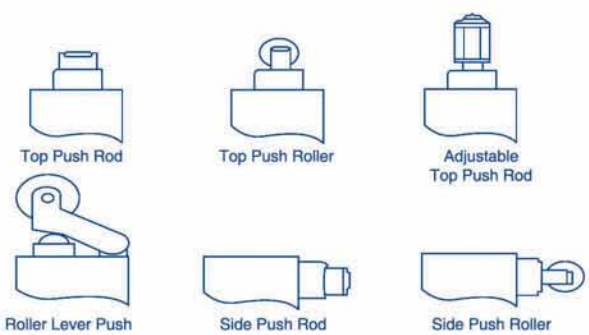
- top push sid :

هو عبارة عن قضيب أو زر(button) قصير مثبت على الرأس الخاصة بالمفتاح(limit) عندما يضغط عليها يعمل المفتاح.



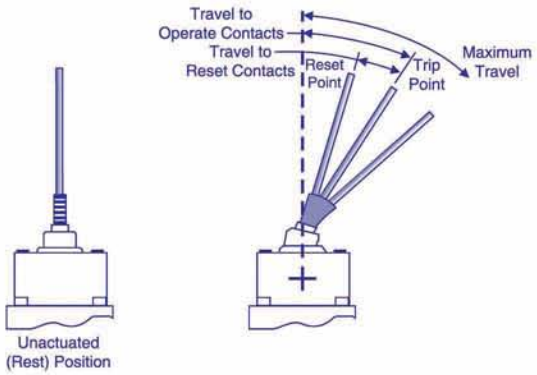
وغالبا مايكون بسسته (spring) بحيث تمكنه من العودة إلى وضعه الطبيعي عند إزالة الضغط عليه ويوجد القليل من الأنواع التى لا توجد به هذه السسته (spring) وفي هذه الحالة يتم الضغط على الزرbutton في الاتجاه المعاكس حتى يعود إلى وضعه الطبيعى(reset position) .

ويوجد الكثير من الأشكال كما هو موضح في الشكل :



- **wobble stick/cat whisker**

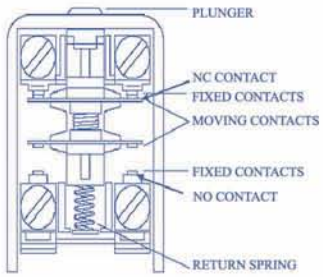
هو عبارة عن ذراع طويل ورفيع مثبت على رأس المفتاح (limit) عندما يتم تحريكه في أي اتجاه يعمل المفتاح . وهذه الذارع مصنوعة من سلك مرن ملفوفة بطريقة بحيث تعطي مرونة كبيرة وسهولة في تحريكها في أي اتجاه وتعود إلى وضعها الطبيعي عند إزالة القوة المؤثرة .



نقاط التلامس

نقاط التلامس الموجودة داخل contact block يتغير وضعها عندما تؤثر قوة على المشغل actuator ويتغير وضعها من نقطة مفتوحة normally open contact إلى نقطة مغلقة . والنقطة المغلقة normally close تتحول إلى نقطة مفتوحة

وعندما تزول القوة المؤثرة على المشغل تعود هذه النقاط إلى وضعها الطبيعي default position



كما في الرسم الموضح أعلاه يوجد PLUNGER يثبت به actuator من أعلى فعندما تؤثر قوة على actuator يتحرك plunger إلى أسفل فتتحرك معه نقاط تثبيت متحركة moving contact إلى أسفل فتلمس نقاط تبيث ثابتة أي تتحول النقاط المغلقة normally closed contact (NC contact) إلى نقاط مفتوحة .

وتتحول النقاط المفتوحة normally open contact (NO contact) إلى نقاط مغلقة .

مميزات وعيوب Limit switch

المزايا

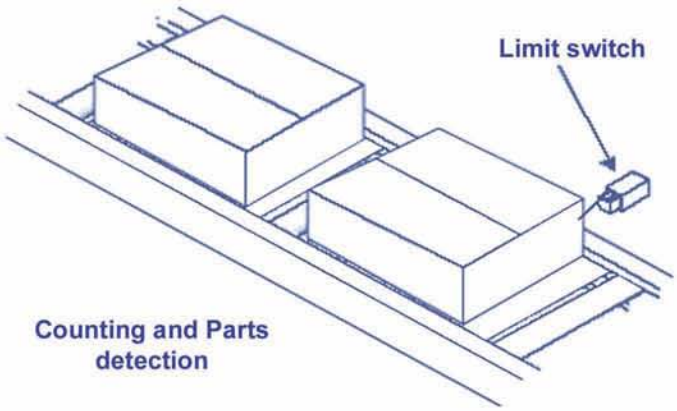
- سهل الإستخدام .
- مقاوم للعوامل البيئية المختلفة .
- مناسب في حالات الأحمال load ذات القدرة العالية بالمقارنة مع الحساسات الأخرى حيث يتحمل (5 A at 24 VDC or 10 A at 120 V AC) .
- لا يتأثر بالتشويش الكهربي Electrical noise interface .
- لا يوجد تسريب في التيار leakage current .
- سهولة تشغيل نقاط التلامس NO /NC
- أقل ما يمكن من الفولتيات الضائعة voltage drops

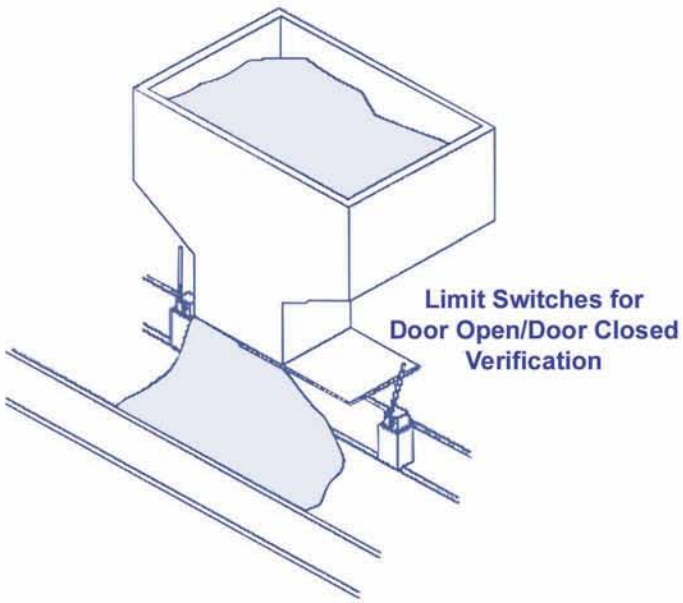
العيوب

- قلة العمر الافتراضي لنقاط التلامس.
- وجود أجزاء ميكانيكية فتكون ضعيفة وتتلف سريعاً .
- لا يستخدم في كل التطبيقات.

تطبيقات عملية على استخدام Limit switch

- في أنظمة سيور نقل الحركة .
- المثقاب الدائري radial drill .
- المصاعد الكهربية .
- الرافعات الكهربية .





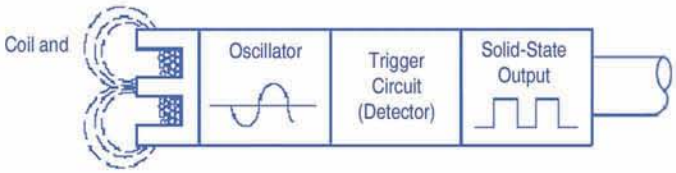
يستخدم المفتاح هنا للتأكد من فتح أو غلق البوابة

كواشف الإقتراب الحثية Inductive Proximity Sensor

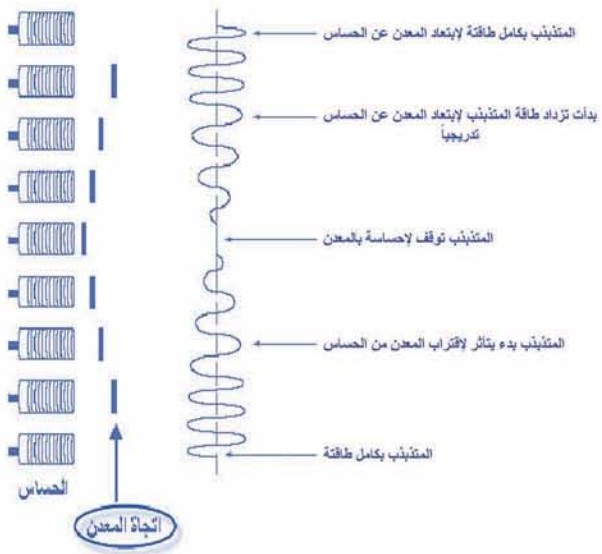
يعتبر هذا النوع من الحساسات هام جداً في المجال الصناعي حيث إنه مصمم لكي يستطيع أن يحدد المعادن دون أي حركة ميكانيكية تؤثر عليه. كما أنه يعمل في ظروف بيئية سيئة حيث الأتربة والزيوت التي من الممكن أن تتكون فوق الحساس ولا يتأثر بها .

ويعتمد عمل inductive proximity على مبدأ Eddy current killed oscillator (ECKO)

ويتكون من أربعة أجزاء هي :
Output ,Trigger circuit ,Oscillator , Coil



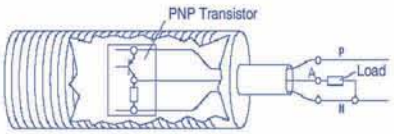
حيث يولِّد مجال مغناطيسى وعندما يقطع معدن ما هذا المجال المغناطيسى تتولد حوله تيارات دوامية (Eddy current) . هذه التيارات الدوامية تؤثر على المجال المغناطيسي المتولد فتؤدي إلى فقد في الطاقة في دائرة المتذبذب Oscillator circuit وتقل سعة (amplitude) المجال المغناطيسي ، فتقوم (trigger circuit) بملاحظة التغير في سعة المجال المغناطيسي ، وتولَد إشارة تقوم بغلق نقطة التلامس المفتوحه أو فتح نقط التلامس المغلقة switch the output ON or OFF



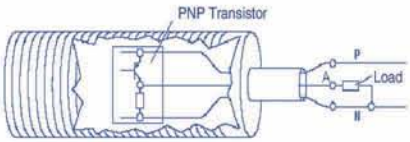
كيفية التوصيل proximity sensor

كما ذكرنا سابقا أنه يوجد نوعان من الخرج هما PNP أو NPN وهذا يعود إلى نوعية الترانزستور في دائرة الخرج فكيف يمكن توصيلهما بالحمل Load ؟

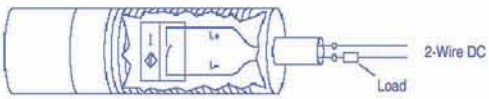
في حالة الخرج من النوع PNP(3wire)



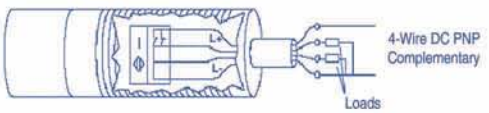
في حالة الخرج NPN(3wire)



في حالة (2wire)



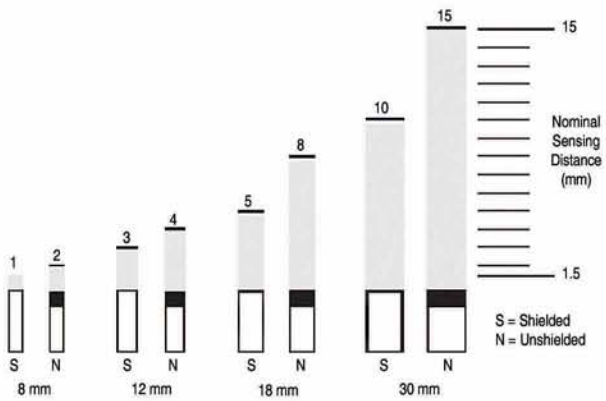
ويوجد بعض الأنواع من proximity sensor خرجين أحدهما نقطة مفتوحة NO والأُخرى NC يطلق عليها (4 wire or complementary)



كيفية اختيار proximity Switch

لكى يتم اختيار proximity switch مناسب توجد بعض الملاحظات الهامة التي يجب معرفتها :

١- مسافة الحس أو المسافة التي يعمل خلالها sensor proximity لها علاقة بقطر الحساس وهل هو مُغلّق shielded أو غير مُغلّق unshielded .



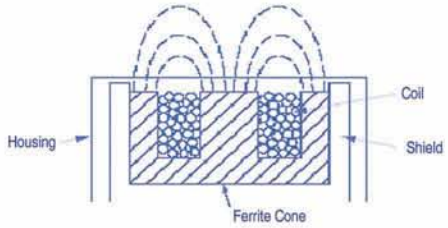
نلاحظ في الرسم السابق أن :

١- كلما زاد قطر الحساس زادت مسافة الحس sensing distance .

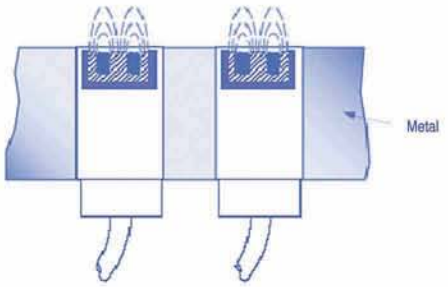
٢- مسافة الحس في الحساس المُغلّق shielded أكبر منها في الحساس غير المُغلّق unshielded .

ما هو المقصود من مصطلح shielded ؟

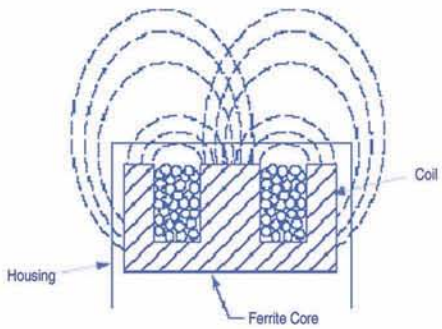
ويعرف على أنه تغطية جسم الحساس بطبقة من المعدن خصوصاً الجزء الموجود به سطح الحساس .
أهمية shielded في الحساس أنها تجعل المجال المغناطيسى مركزاً في المنطقة المواجهة لسطح الحساس .



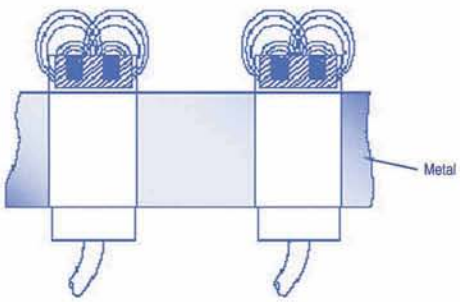
بالنسبة للنوع shielded يسهل تركيبة على جسم معدنى وذلك لأن المجال مركز على سطح الحساس فلا يتأثر بالجسم المعدني المثبت عليه.كما في الشكل لأن المجال مركزعلى السطح لا يحدث تأثيراً بين الحساسان وبعضهما البعض وبينهما وبين الجسم المعدنى المثبت عليه الحسّاسان .



أما unshielded فإن مسافة الإحساس sensing distance سوف تزداد حول الحساس ، وتكون حساسيته أكبر بالضعف من shielded proximity .

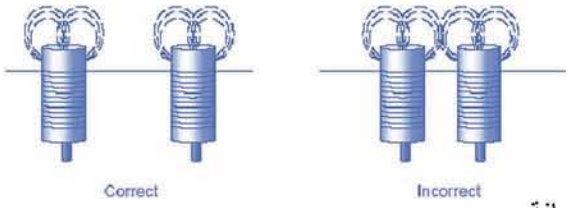


ولكن عند تثبيته على سطح معدني لابد من الأخذ في الاعتبار المجال المغناطيسى المتولد حول سطح الحساس حتى لا يتأثر الحساس بالسطح المعدنى ويجب رفع سطح الحساس عن السطح المعدنى المثبت عليه كما بالشكل .



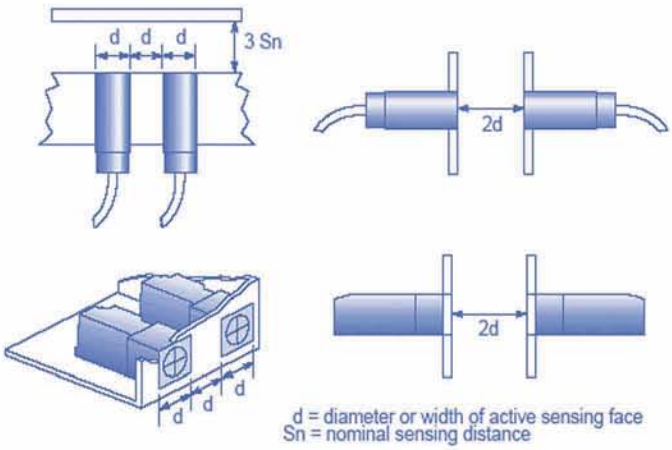
ما هي العوامل اللتي يجب مراعتها عند تركيب الحساس

كما ذكرنا سابقا أن قطر الحساس يحدد sensing distance ولذلك يجب الأخذ في الاعتبارفي حالة تركيب حساسان بجانب بعضهما المسافة بينهما وتزداد هذه المسافة في حال unshielded proximity sensor عنها في shielded proximity sensor

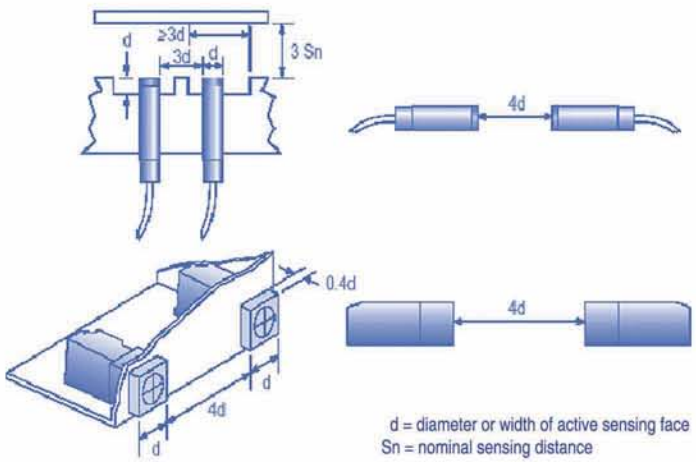


وسوف نوضح كيفية تحديد هذه المسافة.....

كيفية تحديد Sensing distance لكواشف الإقتراب الحثية



أما بالنسبة unshielded inductive proximity switch فإن المسافة تزداد بالمقارنة بالحساس shielded وذلك لأن Sensing distance أكبر كما هو موضح بالشكل .



مواصفات كواشف الاقتراب الحثية

وإليكم بعض مواصفات inductive proximity switch الخاصة بشركة سيمنس :

ونلاحظ أنه يتم وصف الحساس بالقطر الخاصة به لأنه كما نلاحظ كلما زاد قطر الحساس كلما زادت Operating sensing distance(Sn) . كما يحدد أيضا هل هو shielded أو unshielded والفولتية التي يعمل عليها وكم عدد أطراف الخرج .

Housing Dimension (mm)	Material	Shielded Unshielded	Sn (mm)	Operating Voltage	Wires
8	SST	Shielded	1	10-65 VDC	3
12	Brass	Shielded	2	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Shielded	2	10-65 VDC	3
	Brass	Unshielded	4	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Unshielded	4	10-65 VDC	3
18	Brass	Shielded	10	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Shielded		10-65 VDC	3
	Brass	Unshielded		20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Unshielded		10-65 VDC	3
20	Plastic	Unshielded	10	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
30	Brass	Shielded	10	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Shielded	10	10-65 VDC	3
	Brass	Unshielded	15	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Brass	Unshielded	15	10-65 VDC	3
34	Plastic	Unshielded	20	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
Block with M14	Plastic	Shielded	2.5	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Shielded	2.5	10-65 VDC	3
	Plastic	Unshielded	5	10-65 VDC	3
40x40 (Limit Switch Style)	Plastic	Shielded	15	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Shielded	15	10-65 VDC	3
	Plastic	Unshielded	20	20-265 VAC/ 20-320 VDC	
	Plastic	Unshielded	20	10-65 VDC	
40x60 (Flat Pack)	Plastic	Unshielded	30	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Unshielded	30	10-65 VDC	3
40x80 (Flat Pack)	Plastic	Shielded	30	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Unshielded	40	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Unshielded	40	20-265 VAC/ 20-320 VDC	2
	Plastic	Unshielded	40	10-65 VDC	3

مزايا وعيوب inductive proximity sensor :

المزايا

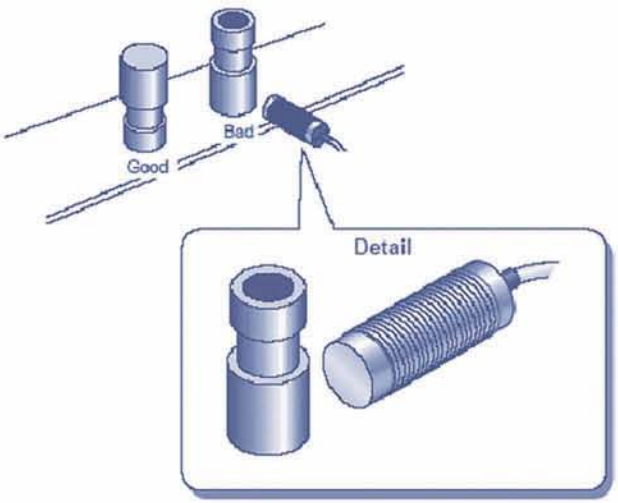
١- لا يتأثر بالرطوبة .
٢- لا يتأثر بالأتربة والعوامل الجوية السيئة .
٣- لا توجد به أجزاء لها حركات ميكانيكية .
٤-لا يعتمد على الألوان ولا يتأثر بلون المعدن .

العيوب

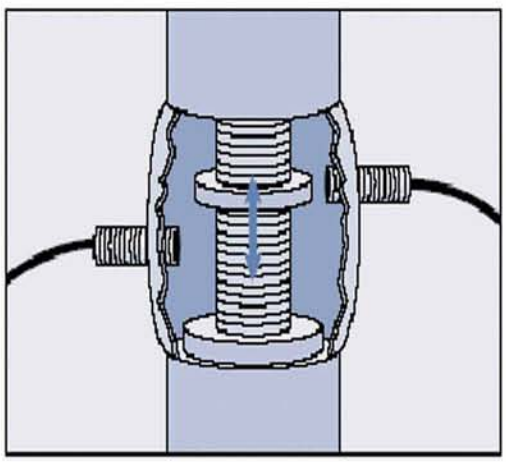
١- مدى الإحساس صغير short operating distance .
٢- يتأثر بالمجال المغناطيسي إذا مر بجواره .

تطبيقات عملية على inductive proximity sensor

- استخدامه في فرز المنتجات كما في الشكل :

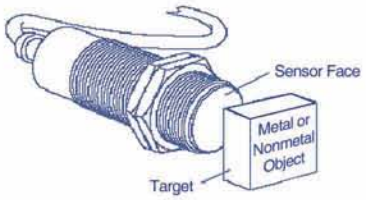


- في هذا التطبيق يستخدم inductive proximity sensor في تحديد ما إذا كان مفتوحاً أم مغلقاً كما هو موضح في الشكل :



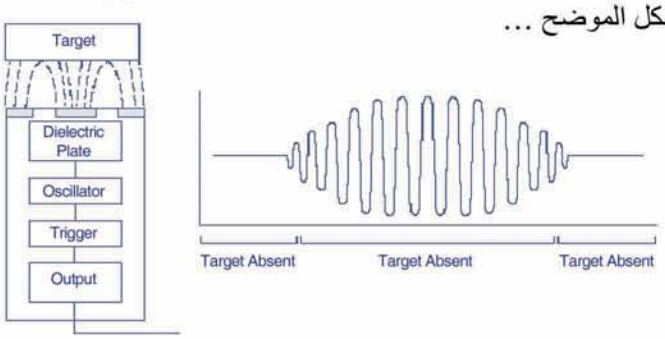
كواشف الاقتراب السعوية capacitive proximity switch

يعتبر capacitive proximity sensor شبية بـ inductive proximity sensor . لكن وجه الإختلاف بين النوعين هو أن capacitive proximity sensor يولد مجالاً كهربياً field electrostatic بدلاً من المجال المغناطيسي الذى يولده inductive proximity switch .
ويحس capacitive proximity switch بالمعادن وغير المعادن مثل الورق والسوائل والزجاج وغيرها .



وتعتمد فكرة عمله على تولد مجال كهربى electrostatic field من الحساس وعندما يخترق هذا المجال أي جسم (معدنى - غير معدنى - سائل....) فإنه يحدث تغير فى capacitance فى دائرة oscillator .
وتقوم دائرة trigger بالاحساس بالتغير في سعة المتذبذب oscillator amplitude وعندما تصل السعة إلى قيمة معينة يتغير خرج الحساس من ON الى OFF أو العكس .

وعندما يبتعد الجسم عن الحساس تقل السعة مرة أخرى وتحس بها trigger circuit فيعود الخرج مرة أخرى إلى وضعه الطبيعي كما بالشكل الموضح ...



- ويوجد بعض الأنواع ذات تدريج بحيث يمكن من خلال هذا التريج زيادة الحساسية sensitivity وتقليلها أيضا .

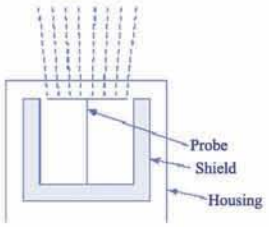
- تعتمد قدرة الحساس على تحديد الجسم الذي يخترق المجال الكهربى له على عدة عوامل منها حجم هذا الجسم وثابت العزل الكهربى dielectric Constance فكلما زاد هذا الثابت كلما زادت قدرة capacitive proximity sensor على الاحساس به . الجدول التالى يبين لنا ثابت العزل الكهربى لبعض المواد :

Material	Dielectric Constant	Material	Dielectric Constant
Alcohol	25.8	Poly amide	5
Araldite	3.6	Poly ethylene	2.3
Bakelite	3.6	Poly proplene	2.3
Glass	5	Poly styrene	3
Mica	6	Poly vinyl Chloride	2.9
Hard Rubber	4	Porcelain	4.4
Paper-Based Laminate	4.5	Press board	4
Wood	2.7	Silica Glass	3.7
Cable Casting Compound	2.5	Silica Sand	4.5
Air, Vacuum	1	Silicone Rubber	2.8
Marble	8	Teflon	2
Oil-Impregnated Paper	4	Turpentine Oil	2.2
Paper	2.3	Transformer Oil	2.2
Paraffin	2.2	Water	80
Petroleum	2.2	Soft Rubber	2.5
Plexiglas	3.2	Celluloid	3

ويمكن تقسيم capacitive proximity sensor إلى نوعين :

- shielded
- unshielded

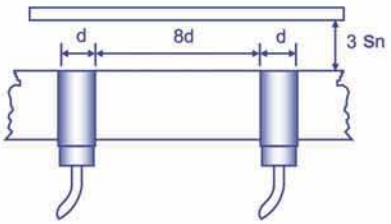
Shielded capacitive proximity sensor

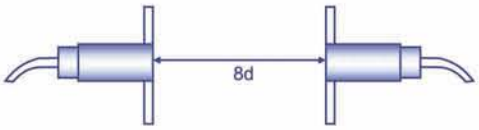


يستخدم هذا النوع لتركيز منطقة الإحساس للحساس في المنطقة المواجهة للحساس ويتم عمل ذلك عن طريق وضع طبقة من المعدن حول الجزء المسؤول عن توليد المجال الكهربى أو كما يطلق عليه probe ، ويساعد هذا النوع على إمكانيكة تركيبه على الأجزاء المعدنية دون التاثر بها .

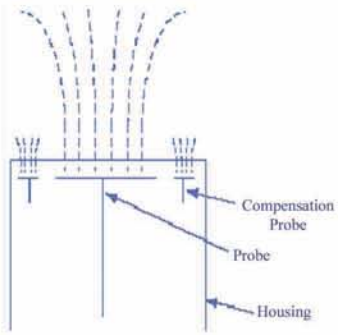
كيفية تركيبه وتثبيته :

كما هو موضح بالشكل في حالة وضع حساسان وجها لوجه وحتى لا يحدث تداخل في sensing distance بين الحساسين لابد أن تكون المسافة بينهما هى ٨ أضعاف قطر الحساس .





Unshielded capacitive proximity sensor

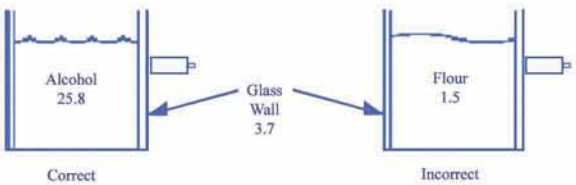


في هذا النوع لا يتم وضع طبقة من المعدن حول الجزء المسؤول عن توليد مجال كهربي probe ولذلك لا يكون تركيز المجال الكهربي كبيراً كما فى shielded sensor وفي الكثير من هذه الأنواع من الحساسات يتم إضافة compensation probe وذلك لزيادة آلية stability .

- يعتبر تركيز المجال الكهربي في unshielded sensor أقل منه في حالة shielded sensor وهذا يجعل unshielded capacitive مناسب جداً في تحديد المواد ذات ثابت عزل كهربي كبير .
- تعتبر مسافة الحس(sensing distance) فى unshielded capacitive sensor كبيرة بالمقارنة مع shielded.

تنبيهات عند اختيار كواشف الاقتراب السعوية :

المواد ذات ثابت عزل كهربي كبير يمكن أن تُكشف بواسطة capacitive proximity sensor إذا ما وضعت هذه المواد داخل إناء ذو ثابت عزل أقل من ثابت العزل الخاصة بهذه المادة . أما إذا كان ثابت العزل للمادة المصنوع منه الإناء أكبر من المادة التى داخل الاناء فلا يقدر الحساس على تحديد هذه المادة وهذا ماسيتضح في المثال القادم لو كان لدينا كحول موضوع في إناء زجاجي ، فإنه يمكن تحديده وكشفه بواسطة capacitive proximity sensor وذلك لأن ثابت العزل الكهربي للكحول أكبر من ثابت العزل الكهربي للزجاج .



أما إذا ما وضعنا مادة الفلور في نفس لإناء الزجاجي فلا يمكن للحساس أن يحددها أو يكشفها عندما تصل لنفس مستوى الحساس ، وذلك لأن الفلور أقل فى ثابت العزل الكهربي من الزجاج فلا يستطيع capacitive proximity sensor تحديده .

مميزات وعيوب capacitive proximity sensor

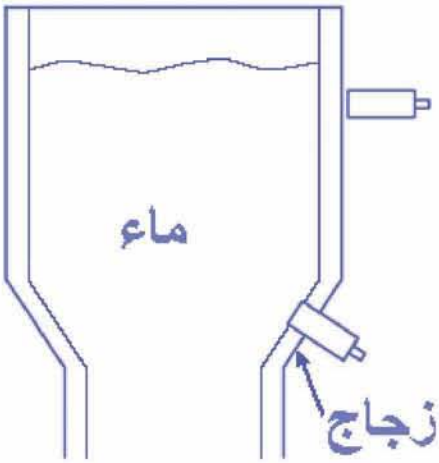
المميزات :
- يحس بالمواد الغير معدنية والمعدنية والسوائل .
- ذو خرج من النوع solid-stat وذلك يعطيه عمر أطول .

العيوب :
- مسافة الحس لا تزيد عن بوصة واحده .
- يتأثر بالعوامل البيئية كالرطوبة فى الأماكن الساحلية .

تطبيقات عملية على استخدام capacitive proximity sensor

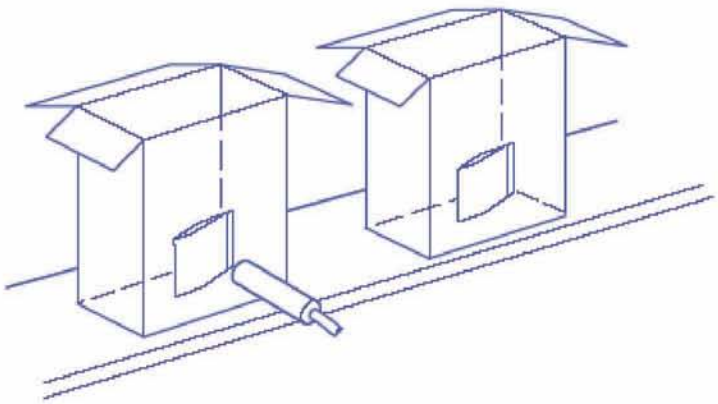
١- الإحساس بمنسوب السوائل Ligud Level Sensing :

يستخدم فى تطبيقات تحديد مستوى السوائل داخل الأوانى المصنوعة من الزجاج أو غيرها من المواد لكن بشروط معينة كما ذكرنا سابقاً وينتشر فى صناعات الأغذية والأدوية .



٢- كشف المنتجات داخل عبوات التغليف :

يستخدم فى خطوط التعبئة packing وذلك لكشف وتحديد المنتج دخل العبوة .



الفصل الثالث

مكونات التحكم الآلى

مقدمة

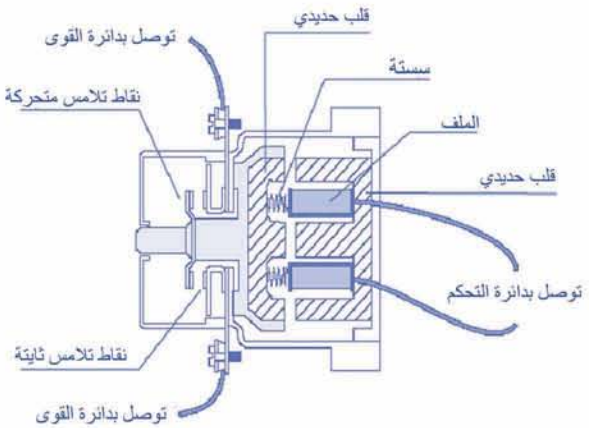
في هذا الفصل سوف نتطرق للحديث عن بعض المكونات الأساسية التي تستخدم لعمل أنظمة التحكم الآلي والتى لا غنى عنها في جميع أنظمة التحكم وحتى أنظمة التحكم الحديثة مثل التحكم المنطقي المبرمج PLC . حيث تعتبر هذه المكونات أساسية في أنظمة التحكم ومن هذه المكونات (الكونتاكتور- الريلى – الافرلود - التيمرات) .

الكونتاكتور Contactor

في أغلب التطبيقات التي يتم استخدام المحركات فيها لابد من استخدام الكونتاكتور للربط بين دائرة التحكم ودائرة القوى المغذية للمحرك ويستخدم أيضا في توزيع الكهرباء في أنظمة الإضاءة وأنظمة السخانات .

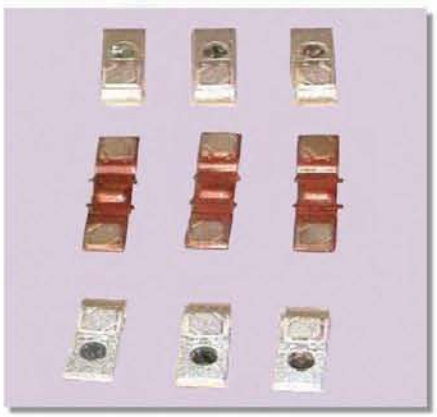
مكونات الكونتاكتور

- يتكون الكونتاكتور من قلبين من الحديد المعالج بطريقة معينة جزء ثابت والآخر متحرك ويوجد حول القلب الثابت سلك من النحاس معزول وملفوف حول بكرة من مادة عازلة (بلاستيك أو فيبر) ويسمى هذا الجزء بالبوبينة أو Coil.
- القلب المتحرك مثبت عليه عدد من نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة .



نقاط التلامس الرئيسية

هي ٣ نقاط تلامس مثبتة على القلب المتحرك ويقابله ٣ نقاط أخرى على الجزء الثابت ويتم صنع هذه النقاط من النحاس بمواصفات معينة والجزء الذى يحدث عنده التلامس من البلاتين وتصمم هذه النقاط بحيث تتحمل تيار بقيمة معينة حسب ما يتحملة الكونتاكتور من تيار وهذه النقاط هي التي تصل التيار إلى المحرك ولذلك لابد أن تتحمل ذلك التيار الذى يمر من خلالها .



النقاط المساعدة :

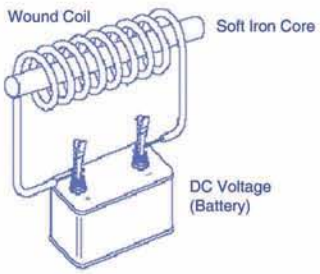
هي نقاط ممكن أن تكون مفتوحة أو مغلقة ولكنها لا تتحمل تيار مثل النقاط الرئيسية وتختلف عن النقاط الرئيسية في الحجم حيث أنها ذات حجم أقل من النقاط الرئيسية .

الملف – البوبينة -coli

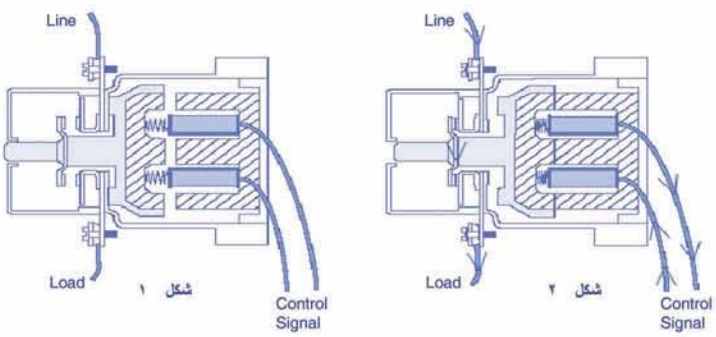
هو عبارة عن سلك من النحاس معزول بالورنيش وملفوف حول بكرة من البلاستيك أو الفيبر عندما يسلط على طرفيه فولت معين يتولد حوله مجال مغناطيسي .

فكرة العمل

- عند لف سلك معدنى معزول حول قضيب حديدي ولف هذا السلك بعدد لفات معينة وتسليط فولت على طرفي السلك فإنه يتولد مجال مغناطيسى .



- عندما يصل التيار إلى الملف Coil فيتولد مجال مغناطيسي هذا المجال يؤدي إلى جذب القلب المتحرك المثبت عليه نقاط التلامس ،وبالتالي تتغير وضع نقاط التلامس الرئيسية ، من نقاط مفتوحة إلى نقاط مغلقة ، وأيضا يتغير وضع نقاط التلامس المساعدة ، فالنقاط المفتوحة تتحول إلى نقاط مغلقة والنقاط المغلقة تتحول إلى نقاط مفتوحة .
وعند فصل التيار عن الملف Coil يتلاشى المجال المغناطيسي وتعود النقاط الرئيسية والمساعدة إلى وضعها الطبيعى قبل توصيل التيار إلى Coil .



وكما هو موضح في الشكل السابق ففى الشكل (١) كان الكونتاكتور في وضعه الطبيعى وجميع نقاط التلامس به مفتوحة لأنه لم تكن هناك فولتية على طرفي coil . أما في الشكل (٢) فإنه تم تسليط فولتية على طرفي coil فأدى إلى انجذاب القلب المتحرك فأغلقت نقاط التلامس .

كيفية تحديد أطراف الكونتاكتور

قبل توصيل أي كونتاكتور لابد من معرفة نقاط التوصيل الرئيسية والمساعدة بالنسبة للنقاط الرئيسية :

في أغلب الأنواع يكتب على النقاط الرئيسية الرموز
(L1-L3-L5) و (L2,L4,L6)
(1-3-5) و (2-4-6)

ويمكن التعرف عليها باستخدام الأوميتر عن طريق قياس نقاط التلامس بوضع طرفي الأوميتر على طرفي التلامس فنلاحظ قراءة الأوميتر صفر أي أن النقطة مفتوحة وفي حالة الضغط على الكونتاكتور نلاحظ قراءة الأوميتر صفر فمعنى هذا أن الطرفان الذي تم وضع طرفي الأوميتر عليهما هما طرفي نقطة رئيسية .

بالنسبة للنقاط المساعدة :

غالبا تأخذ الأرقام (13-14) وغالبا ما تكون مفتوحة ، وهذه النقاط تأتى مع الكونتاكتور أي تكون موجودة به كما بالشكل السابق .

ويمكن إضافة اكثر من نقطة مساعدة إلى الكونتاكتور حيث تباع على حدة كقطعة منفصلة تركب على الكونتاكتور وتحمل أكثر من نقطة منها المفتوح والمغلق كما في الشكل .

يتضح في الصورة وجود قطعة بها عدد من النقاط المساعدة تم تركيبها على الكونتاكتور وهي قطعة منفصلة عن الكونتاكتور وتباع على حدة في حالة إحتياج أكثر من نقطة مساعدة .

بالنسبة للبوبينة (Coil)

غالبا ما يأخذ طرفي coil الرموز (A1-A2) أو(A-B) وفي بعض أنواع الكونتاكتور يوجد طرفي COIL في اتجاه واحد والبعض الآخر يوجد به طرف في جهة والآخر في جهة أخرى .

تعمل البوبينة Coil على قيم فولت مختلفة ويتم تحديد قيمة الفولت حسب الفولت الذي ستعمل عليه دائرة التحكم .
قيم الفولت التي تعمل عليها البوبينية (coil) ٣٨٠-١٢٠-١١٠-٤٨-٢٤ وبالتالي تختلف عدد لفات ومساحة مقطع السلك حسب الفولت التى ستعمل عليه البوبينة (coil) .
وهذه القيم هي أشهر قيم فولتية تعمل عليها البوبينة . ولابد من تحديد قيمة الفولت لأنها تحدد نوع الكونتاكتور وسعره ومواصفاته .

الشروط الواجب مراعتها عند شراء كونتاكتور

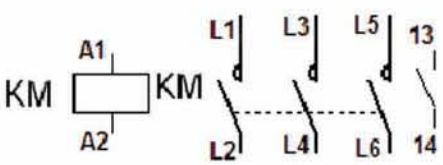
١- فرق الجهد الذي تعمل عليه دائرة التحكم لأنه من خلاله سيتم تحديد فولتية coil.
٢- شدة التيار أو قدرة المحرك الذي سيعمل مع الكونتاكتور.
٣- عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة.

بالنسبة للنقطة الثانية :

لابد من تحديد شدة التيار الخاص بالمحرك الذي سيوصل به الكونتاكتور ، لأن شدة التيار تحدد نقاط التلامس بمعنى آخر نقاط التلامس تُصنع بحيث تتحمل شدة تيار معين فلابد من تحديد شدة التيار .

الرمز الكهربى للكونتاكتور

كما هو موضح بالرسم
١- النقطه A1-A2 يمثلان طرفي Coil
٢- النقط (L1-L3-L5)و(L2-L4-L6) تمثل النقاط الرئيسية
٣- النقطة (13- 14) تمثل النقاط المساعدة وهي مفتوحة كما هو موضح بالرسم .



الريلى Relay

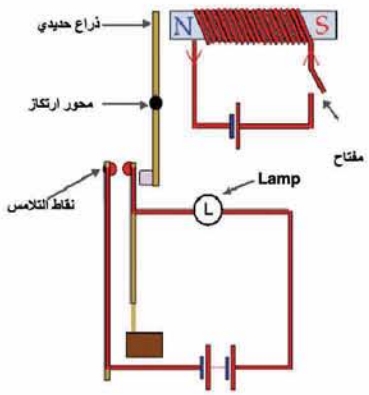
يعتبر الريلى أحد المكونات الرئيسة لعمل دوائر التحكم حيث يشبه في تكوينه الكونتاكتور حيث يتكون الريلي من :

Coil

وهو عبارة عن سلك من النحاس معزول بالورنيش ملفوف حول جزء حديدى ، عندما يمر تيار فى السلك يتولد مجال مغناطيسى يجذب الذراع الحديدى المثبت على محور إرتكاز فيضغط على نقطة التلامس فيجعل النقاط المفتوحة تتحول إلى نقاط مغلقة والنقاط المغلقة تتحول إلى نقاط مفتوحة . وعند فصل التيار تعود النقاط إلى وضعها السابق .

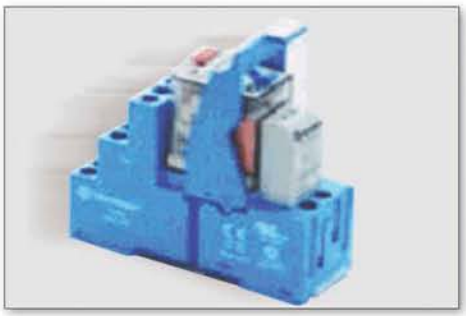
مثال على استخدام الريلي :

عند غلق المفتاح يمر تيار في الملفات فيتولد مجال مغناطيسي في coil فيؤدي إلى جذب الذراع الحديدي وبالتالي تتحول النقطة المفتوحة إلى نقطة مغلقة ، أي أننا أغلقنا الدائرة فيمر تيار فيضئ المصباح ، وعند فتح المفتاح ينفصل التيار عن coil ، وبالتالي تعود نقطة التلامس إلى وضعها الطبيعى (نقطة مفتوحة) .كما هو موضح في الشكل :



مكونات الريلى :

الملف (Coil) : يوجد منه ما يعمل على(24vDC-48vDC-110vAC-220Vac) .
نقاط تلامس : توجد نقاط تلامس مغلقة ومفتوحة ويكون عدد النقاط المفتوحة مساوى لعدد النقاط المغلقة .
قاعدة تثبيت : يثبت الريلي على قاعدة تثبيت خاصة به (لكن توجد بعض الأنواع التى يتم تثبيتها على الكروت الإلكترونية المطبوعة وهي خاصة بدوائر الالكترونيات) .

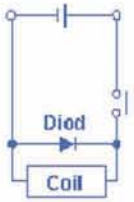


استخدامات الريلي

يستخدم الريلي في دوائر التحكم الآلي وخصوصاً الدوائر التي يتم فيها التحكم بإستخدام المتحكمات المنطقية المبرمجة PLC ، حتى يستخدم كرابط بين PLC والأجهزة والمعدات الأخرى .
ويستخدم أيضاً كعازل بين الفولتية الخارجة من PLC وفولتية الأجهزة الأخرى ، بحيث إذا حصلت دائرة قصر في الأجهزة الأخرى لا تؤثر على PLC .

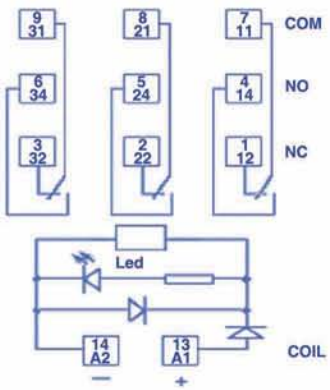
ملاحظات

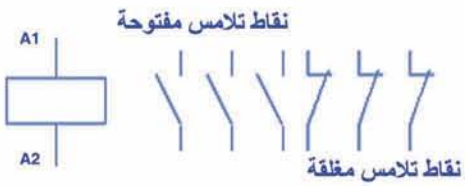
- يجب تحديد الفولتية التى سيعمل عليها الريلي وأيضاً عدد النقاط التى ستحتاجها في الدائرة .
- يتم توصيل دايود على أطراف الريلي للحماية من الفولتية المعكوسة نتيجة تولد مجال مغناطيسي ويوجد الدايود في حالات الملف الذى يعمل على تيار مستمر كما في الرسم .



الرمز الكهربي :

نلاحظ عدد النقاط المفتوحة يساوي عدد النقاط المغلقة .
- يوجد في بعض أنواع الريلي لمبة LED عندما يعمل الريلي تضئ اللمبة كما هو موضح في الرسم أدناه الخاص بريلي ماركة فيندر ونلاحظ أيضاً وجود الدايود بين طرفي Coil .





القاطع الحراري Overload

قبل التحدث عن خاصية القاطع الحراري over load لابد من معرفة مفهوم زياد الحمل وما هي العوامل المؤثرة عليه ، وما هو مدى خطورته على مكونات الأجهزة الكهربية ، وخصوصا المحركات ولكي يتسنى لنا معرفة هذه المفاهيم .

- فهناك سؤال يلح على الكثير منا ، ما هي العلاقة بين التيار والحرارة ؟
- عند مرور التيار في أي موصل كهربي فإنه يولد حرارة وتعتمد هذه الحرارة على كمية التيار المار ومقاومة الموصل ، وتعتمد مقاومة الموصل على عوامل كثيرة منها مساحة مقطع السلك الذى سيمر فيه التيار.

- ويستخدم القاطع الحراري لحماية المحرك من حدوث short circuit وذلك لأنه عند مرور تيار في الملفات داخل المحرك تتولد حرارة وإذا زاد التيار في المحرك لأي سبب ما عن القيمة المسموح بها فإن الحرارة تزداد داخل المحرك مما سيؤثر على عزل الأسلاك فإذا استمرت زيادة الحراة سينهار العزل مما سيؤدى أي حدوث short circuit .

- ما هو تأثير short circuit على الدوائر الكهربية ؟
عند تلامس موصلين فإنه يحدث short circuit وتنهار المقاومة تقريبا إلى الصفر ...

مثال لتوضيح مدى تأثير short circuit

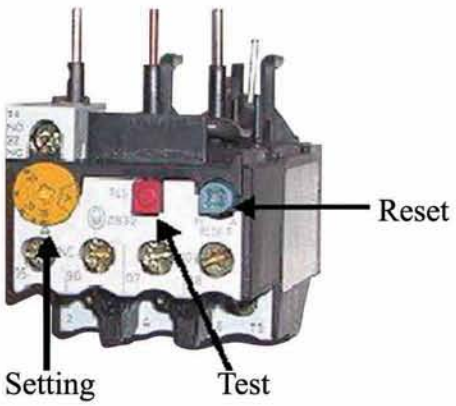
إذا كان لدينا محرك يعمل على ٢٤٠فولت ذو مقاومه ٢٤أوم فإن التيار المار في هذا المحرك هو I= 240/24=10 A .

وإذا حدث short circuit فإن المقاومة ستنهار وتقريبا ستصل إلى الصفر فإن التيار الذي سيمر في ملفات المحرك هو . I =240/0.024 = 10,000 A

وسنلاحظ أن التيار زاد نسبة كبيرة جدا نتيجة حدوثshort circuit وهنا ترجع أهمية استخدام القاطع الحراري الذي يقوم بفصل الدائرة في حالة زيادة التيار عن قيمة معينة كما سيتضح لاحقا.

التركيب الداخلي

ثلاث ملفات حرارية :
- مجموعة نقاط مساعدة NO & NC
- مفتاح تهيئة Reset
- مفتاح اختبار Test
- مؤشر لضبط قيمة تيار الفصل Setting



نظرية عمل القاطع الحراري

عند حدوث ارتفاع في شدة التيار المسحوب بواسطة المحرك ترتفع درجة حرارة الملف الحرارى الموجود داخل القاطع الحرارى فيؤدي ذلك إلى تمدد الملف الحراري الذي يقوم بتحريك جزء من الفيبر داخل القاطع فيحرك نقاط التلامس أي يجعل النقاط المغلقة مفتوحة والنقاط المفتوحة مغلقة .

Normally open (NO)	⟶ normally closed (NC)
Normally closed (NC)	⟶ Normally open (NO)

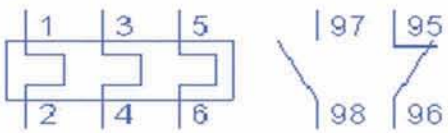
وبالتالي يمكن أخذ النقطة المغلقة وتوصيلها مع بوبينة الكونتاكتور فعند حدوث زيادة فى شدة تيار المحرك تتحول هذة النقطة المغلقة إلى نقطة مفتوحة .
وبالتالي ينقطع التيار عن البوبينة وتعود نقاط التلامس الرئيسية للكونتاكتور إلى وضعها الطبيعي (مفتوحة) فينقطع التيار عن المحرك .

بعد معرفة سبب ارتفاع تيار المحرك ومعالجة المشكلة يتم الضغط على مفتاح ريست Rest الذي يقوم بإعادة نقطة التلامس الى وضعها الطبيعى (مغلقة) ويعمل المحرك مرة اخرى .

الرمز الكهربي :

- نقاط التوصيل 5-3-1، 6-4-2 هي أطراف الملفات الحرارية التى يتم توصيل المحرك عليها

نقاط التوصيل 98-97 تمثل النقطة المفتوحة NO
نقاط التوصيل 96-95 تمثل النقطة المغلقة NC



رمز القاطع الحراري (الأفرلود)

ملاحظات على القاطع الحراري

١- عند شراء القاطع الحراري (الافرلود) يجب معرفة تيار المحرك الذي سيعمل ، وذلك لأن لكل قاطع حراري تدريج معين في مدى محدد ولا بد أن يكون قيمة تيار المحرك بين هذا المدى .
٢- يوجد نوعان من القاطع الحرارى

نوع يتم توصيله مباشرة بالكونتاكتور

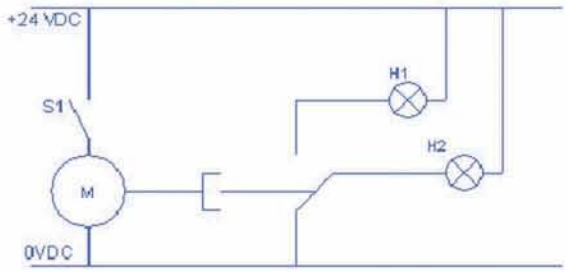
ونوع يتم توصيله بالكونتاكتور
أيضا عن طريق كابلات

- يجب معرفة تيار البدء (starting current) جيداً وأيضاً شدة التيار التي يسحبها المحرك حيث نستطيع تحديد القاطع الحراري المناسب وأيضا ضبط تدرج الفصل الخاص به .

أهمية القاطع الحراري(overload)

- حماية المحركات عن طريق فصل الدائرة لتجنب زيادة التيار عن القيمة المحدد .
- في بداية تشغيل المحرك يكون التيار ٦أضعاف تيارتشغيل المحرك ولا يتأثر القاطع الحراري ولا يفصل التيار عن الدائرة .
- يمكن عمل إعادة تشغيل reset بعد زوال سبب زيادة التيار.

مفاتيح التوقيت الزمني (TIMERS)



يعتبر من المكونات الهامة جدا في أنظمة التحكم الآلـى والغرض من إستخدامه تشغيل أو إيقـاف محرك معين عند زمن معين ويوجد أنواع كثيرة من مفاتيح التوقيت الزمني ومن هذه الأنواع ما هو مزود بمحرك صغـير ويضبط المؤقت علـى الـزمن المحدد وعنـد توصـيل التيـار للمحـرك يبـدأ المحـرك في دوران مجموعـة مـن الـتروس وبعد مـضي الزمـن المحـدد يغـلق نقـطة تلامس ويفصل الأخرى كما هو موضح بالرسـم .

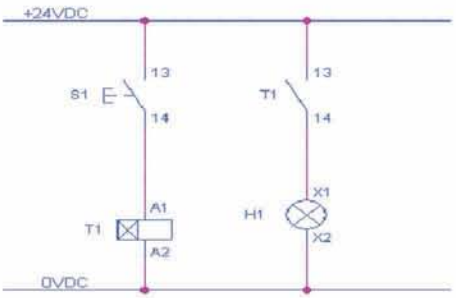
وكما يتضح من الرسم أنه تم توصيل طرفي المحرك بالتيار عن طريق المفتاح S1 ، وتم توصيله مع نقطتا المؤقت المفتوحة والمغلقة مصباحان كل مصباح بالتوالي مع نقطة تلامس .
ومن الرسم عند توصيل التيار فإن المصباح H2 سوف يضئ وإذا أغلق المفتاح S1 فإن المحرك سوف يعمل وبالتالي سوف يعمل التيمر لمدة زمن معين وبعد ذلك ستتغير وضعية نقاط التلامس
فسيضئ المصباح H1 وسينطفي المصباح H2 ويظـل هكذا حتى ينقـطع الـتيار محرك المؤقت فتعـود نقـاط التـلامس إلى وضعها الطبيعي .

أنواع المؤقتات الزمنية

- Off Delay Timer (Toff)
- On Delay Timer (Ton)

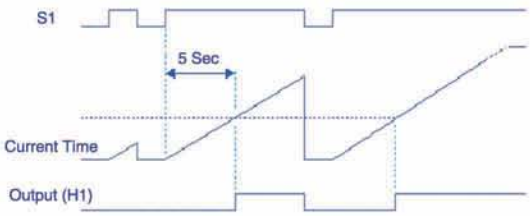
On delay timer

هو نوع من أنواع المؤقتات وسمي بهذا الإسم لأنه عند توصيل التيار إليه ، يغير من وضعية نقاط التلامس الخاصة به بعد مرور الزمن الذي تم تحديده .



تطبيق على on delay timer

- تم توصيل المؤقت T1 بالتيار عن طريق المفتاح S1
- تم توصيل نقطة تلامس مفتوحة من المؤقت T1 بمصباح H1 .
- تم ضبط المؤقت على زمن 5Sec .



كيفية عمل الدائرة

عند الضغط على المفتاح S1 يتم توصيل التيار الى المؤقت فيبدأ في العمل . يبدأ المؤقت في عد زمن لمدة 5ثوان وبعد مرور الزمن يغلق نقطة التلامس T1 فيضئ المصباح ، ويتضح ذلك من خلال الشكل المقابل .

نلاحظ من الشكل السابق أن المصباح يعمل بعد مرور 5Sec من تشغيل المؤقت ويستمر في الإضاءة إلى أن يتم فصل التيار عن المؤقت .

- عند توصيل التيار إلى المؤقت وفصله قبل مرور 5Sec فإن المؤقت لا يغير نقاط التلامس الخاصة به أي لا يضئ المصباح كما هو موضح بالرسم السابق .

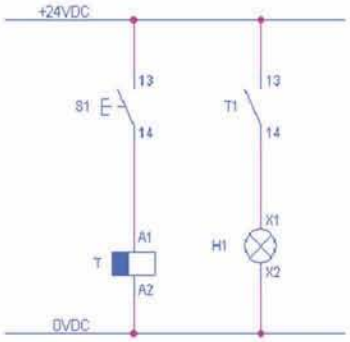
Off delay timer

يختلف هذا النوع عن Ton وذلك لأنه عند توصيل التيار إليه يغير من وضعيه نقاط التلامس الخاصة ويستمر كذلك إلى أن نفصل التيار عن المؤقت فيبدأ في عد الزمن المضبوط عليه وبعد مرور هذا الزمن تعود نقاط التلامس إلى وضعها الطبيعي .

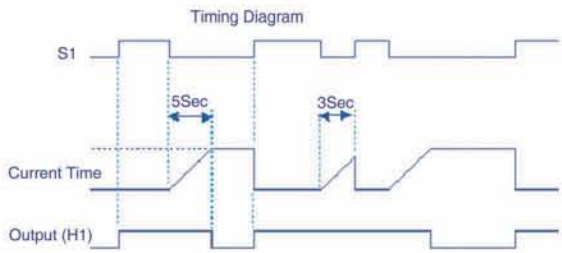
وفي التطبيق التالي سوف نتعرف على فكرة عمل Toff .....

- تم توصيل التيمر T1 بالتيار من خلال المفتاح S1 .
- تم توصيل المصباح H1 بالتيار من خلال نقطة تلامس من المؤقت T1 .

فكرة عمل الدائرة



عند الضغط على المفتاح S1 تغلق نقطة التلامس T1 فيضئ المصباح H1 ويستمر في الإضاءة إلى أن يتم فصل التيار عن المؤقت T1 فيبدأ المؤقت في عد الزمن المضبوط عليه 5Sec وبعد مرور الزمن تعود نقطة التلامس T1 إلى وضعها الطبيعي (مفتوحة) فينطفئ المصباح .



ويتضح في الرسم البياني مراحل التشغيل ونستنتج من الرسم البياني أنه :

- في حالة فصل التيار عن المؤقت وتشغيله مرة أخرى قبل مرور الزمن المضبوط عليه فإن خرج المؤقت سيظل يعمل أي أن نقط التلامس ستظل على وضعها، يتضح ذلك في حالة فصل التيار عن المؤقت لمدة 3Sec وإعادته مرة أخرى فإن المصباح سيظل مضئ وذلك لأن الزمن المضبوط عليه المؤقت هو 3Sec .

الفصل الرابع

تطبيقات على دوائر التحكم الآلي

مقدمة

لعمل أي نظام تحكم آلي لابد من تحديد مكوناته وطريقة توصيله . وينقسم أي نظام تحكم إلى دائرة قوى و دائرة تحكم و هما مرتبطتان ببعضهما البعض أي أنهما يؤثران على بعضهما البعض .

دائرة القوى Power circuit

هي الدائرة المسؤولة عن تغذية المحرك وتتكون غالبا من :

- قاطع رئيسي circuit breaker
- ثلاث ملفات حرارية خاصة باالقاطع الحراري .
- ثلاث نقاط رئيسية خاصة بالكونتاكتور .

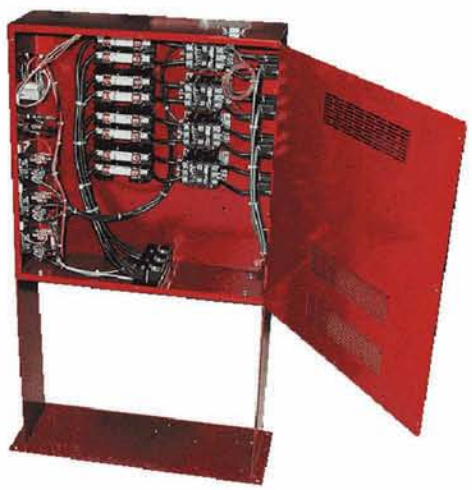
وجميع هذه المكونات لابد أن تكون مطابقة للمواصفات بحيث تتحمل شدة تيار المحرك التي تستخدم لتشغيله وكذلك السلك المستخدم في التوصيل .

دائرة التحكم control circuit

هي الدائرة التي تقوم بتوصيل التيار إلى Coil الخاص بالكونتاكتور أو الريلي ومن خلالها نستطيع التحكم في تشغيل المحركات طبقا للشروط وظروف التشغيل التي نريدها .

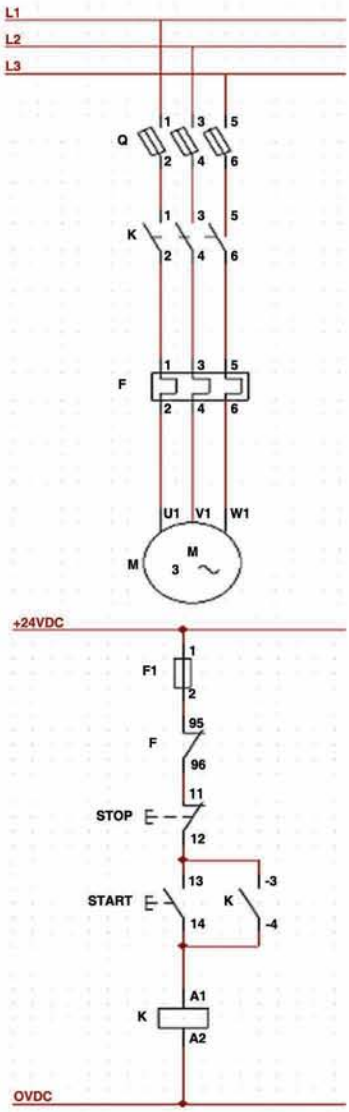
وتتكون هذه الدائرة غالبا من :

- فيوز او قاطع كهربي يتحمل التيار المار فيها
- نقاط التلامس المغلقة و المفتوحة الخاصة بـ (الحساسات - الريلي - الكونتاكتور- مفاتيح نهاية شوط ....)
- مفاتيح الإيقاف والتشغيل .
- أسلاك التوصيل بحيث تتحمل شدة التيار المار في الدائرة .



التطبيق الاول : دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك واحد .

الهدف : معرفة الفرق بين دائرة القوى ودائرة التحكم وكيفية عملهم .



دائرة القوى

- تضم هذه الدائرة مصدر تيار 3 phase ويرمز له بالحروف (L1-L2-L3) ويجب أن يكون فرق الجهد بينهم هو نفس الجهد الذي يعمل عليه المحرك .
- ثلاث فيوزات ويرمز لها بالرمز (Q) ويجب أن تتحمل شدة التيار الخاص بالمحرك ووظيفتها حماية المحرك من ارتفاع التيار وكذلك فصل التيار عن المحرك .
- ثلاث نقاط رئيسية في الكونتاكتور ويرمز لها بالرمز (K) ويجب ان تتحمل هذه النقاط شدة التيار الخاص بالمحرك كما ذكرنا سابقا .
- الملفات الحرارية للقاطع الحراري (Overload) ويرمز له بالرمز (F) .
- أطراف توصيل المحرك (U-V-W) .

كيفية عمل دائرة القوى

عندما يصل التيار إلى Coil الخاص بالكونتاكتور K عن طريق دائرة التحكم، تغلق نقاط التلامس الرئيسية فيصل التيار إلى المحرك .
يتم ضبط تدريج القاطع الحراري على قيمة التيار الذي يتحمله المحرك بحيث إذا زاد هذا التيار عن القيمة المسموح بها يفصل التيار عن COIL الخاص بالكونتاكتور K فتعود نقاط التلامس الرئيسية إلى وضعها الطبيعى (مفتوحة) فينفصل التيارعن المحرك وبذلك يتم حماية المحرك من الإرتفاع في التيار لأي سبب.

دائرة التحكم

- تتكون هذه الدائرة من :
- فيوز بقيمة ٢أمبير تقريباً ليقوم بحماية الدائرة عند حدوث short circuit ويتم تحديد قيمة الفيوز حسب الأحمال وشدة التيار المار في الدائرة .
- نقطة تلامس مغلقة من القاطع الحراري .
- مفتاح تشغيل Start .
- مفتاح ايقاف Stop .
- نقطة تلامس مساعدة مفتوحة NO contact من الكونتاكتور K .
- البوبينة Coil الخاص بالكونتاكتور K .

يجب أن يكون فرق الجهدالذي يعمل عليه Coil الخاص بالكونتاكور هو نفس الجهد الذى تعمل عليه دائرة التحكم .

كيفية عمل دائرة التحكم

كما ذكرنا سابقاً أن الهدف من دائرة التحكم هو تنفيذ عمل الدائرة حسب الشروط الموضوعة لتشغيلها وكذلك الحفاظ على الحماية للدائرة .
وفي هذا التطبيق الهدف من دائرة التحكم هو تشغيل وإيقاف المحرك وحمايته من ارتفاع التيارفما هي خطوات عمل الدائرة ؟؟

- عند الضغط على مفتاح التشغيل (Start) يصل التيار إلى Coil الخاص بالكونتاكتور(K) فيتولد مجال مغناطيسي يجذب نقاط التلامس الرئيسية للكونتاكتور فتتحول إلى نقاط مغلقة فيعمل المحرك .
- مفتاح Start هو من النوع Push button أي أنه بالضغط عليه يعمل وعند إزالة الضغط من عليه يعود إلى وضعه الطبيعى(NO) . ففي هذا التطبيق تم وضع نقطة تلامس مساعدة مفتوحة خاصة بالكونتاكتور (K) بالتوازي مع مفتاح التشغيل .

- تسمى هذه النقطة بالتوازي مع مفتاح التشغيل بنقطة التعويض(Self Latch) وأهمية هذه النقطة عندما يتم الضغط على مفتاح التشغيل يمر التيار في Coil فتغلق نقطة التلامس المساعدة المتصلة بالتوازي مع مفتاح التشغيل وتظل مغلقة حتى لو تم إزالة الضغط من على مفتاح التشغيل مما يجعل المفتاح يعمل باستمرار .

- ولكي يتم إيقاف المحرك يتم الضغط على مفتاح Stop الذى يفصل التيار عن Coil مما يؤدي إلى فصل نقط التلامس الرئيسية من دائرة القوى فيتوقف المحرك عن العمل .

- يتم توصيل نقطة تلامس مغلقة من القاطع الحراري وأهمية هذه النقطة هو فصل التيار عن Coil في حالة زيادة تيار المحرك عن القيمة التى تم ضبط القاطع الحراري عليها .

- في حالة عدم وجود القاطع الحراري في الدائرة فإن المحرك سيعمل باستمرار بدون أي مشاكل ولكن إذا ارتفعت شدة التيار في المحرك لتحميل المحرك أكثر من حمله أو لمشاكل ميكانيكية في المحرك فإن التيار سيزاد وبالتالي تزداد درجة حرارة المحرك فينهار عزل الملفات الداخلية للمحرك فيحترق .

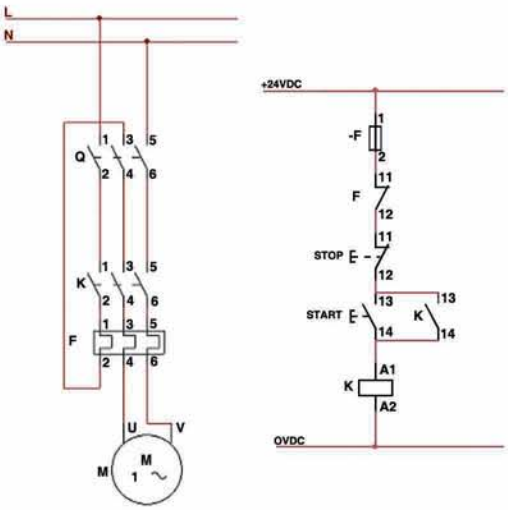
- ولهذا ترجع أهمية استخدام القاطع الحراري حيث توصل الملفات الحرارية بدائرة القوى لأنها التى ستحس بإرتفاع التيار عن طريق الحرارة المتولد وأيضا توصيل نقطة تلامس مغلقة خاصة بالقاطع الحراري بالتوالي مع Coil حتى يفصل التيار في حالة زيادة شدة تيار المحرك .

التطبيق الثاني : تشغيل محرك أحادي الطور ذو تيار متردد Single phase AC motor .

المكونات

- مصدر تيار متردد220 VAC .
- محرك تيار متردد 220VAC .
- كونتاكتور .
- فيوز 2 A .
- مفتاح تشغيل Push button(start) .
- مفتاح إيقاف Push button(stop) .
- قاطع حراري overload .
- أسلاك توصيل .

كيفية عمل الدائرة

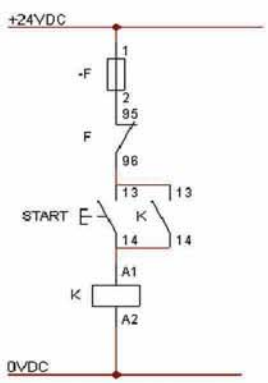


من الممكن استغلال الكونتاكتور والقاطع الحراري الذي يستخدم في دوائر التحكم الخاصة بمحركات 3Phase في دوائر التحكم في محركات Single Phase ولكن الإختلاف سيكون في تصميم دائرة القوى أما دائرة التحكم فلا يوجد بها أي اختلاف كما هو موضح بالرسم أعلاه .

- نلاحظ أنه لا يتم إلغاء أي من نقاط التوصيل الرئيسية في الكونتاكتور أو أي من الملفات الحرارية في القاطع الحراري ولكن تم توصيل نقطتا تلامس من الكونتاكتور وملفان حراريان من القاطع الحراري بالتوالي بحيث يمر التيار L1 في الإثنين على التوالي كما هو موضح بالرسم في دائرة القوى .

وبالنسبة لدائرة التحكم فهي دائرة عادية جداً كأي دائرة تحكم لتشغيل محرك 3Phase مع ملاحظة أنه تم إضافة نقطة تلامس مساعدة خاصة بالكونتاكتور K1 بالتوازي مع مفتاح التشغيل كما ذكرنا سابقاً ، وتسمى بنقطة التعويض Self latch .

ملاحظات



- يمكن استخدام نقطة التلامس المغلقة الخاصة بالقاطع الحراري كمفتاح إيقاف . أي أنها سوف تقوم بوظيفتين ألا وهما حماية المحرك عن طريق فصل التيار عن coil الخاص بالكونتاكتور K1 في حالة زيادة التيار .
والوظيفة الثانية هي مفتاح إيقاف للمحرك كما هو موضح بالرسم لدائرة التحكم .

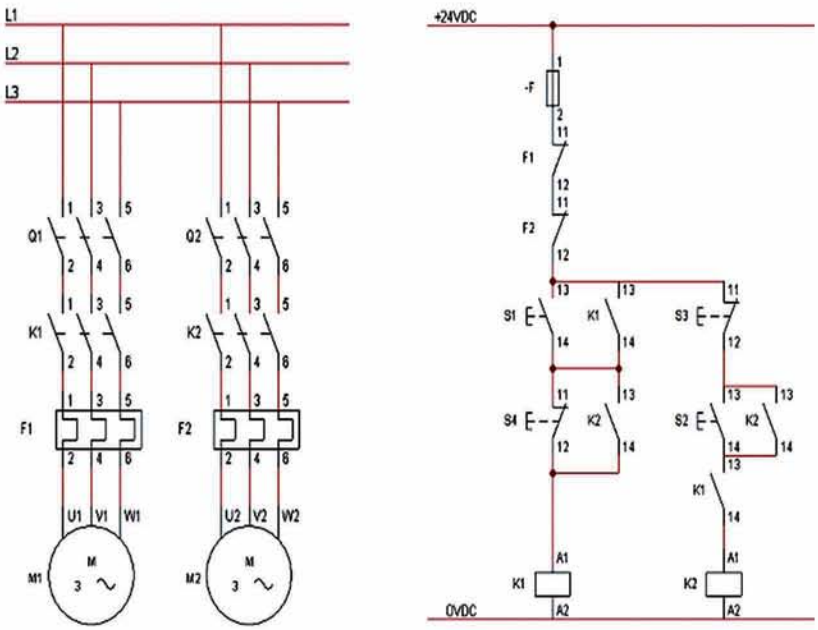
التطبيق الثالث : تشغيل محركين
الهدف : التعرف أكثر على دوائر التحكم الآلي وتطبيق استخدام مكونات التحكم الآلي في تشغيل محركين .

المكونات

- مصدر تيار مستمر 24vdc .
- عدد ٢مفتاح تشغيل start push button .
- عدد ٢مفتاح ايقاف stop push button .
- عدد ٢افرلود .
- فيوز ٢امبير .
- عدد ٢كونتاكتور .

فكرة عمل الدائرة

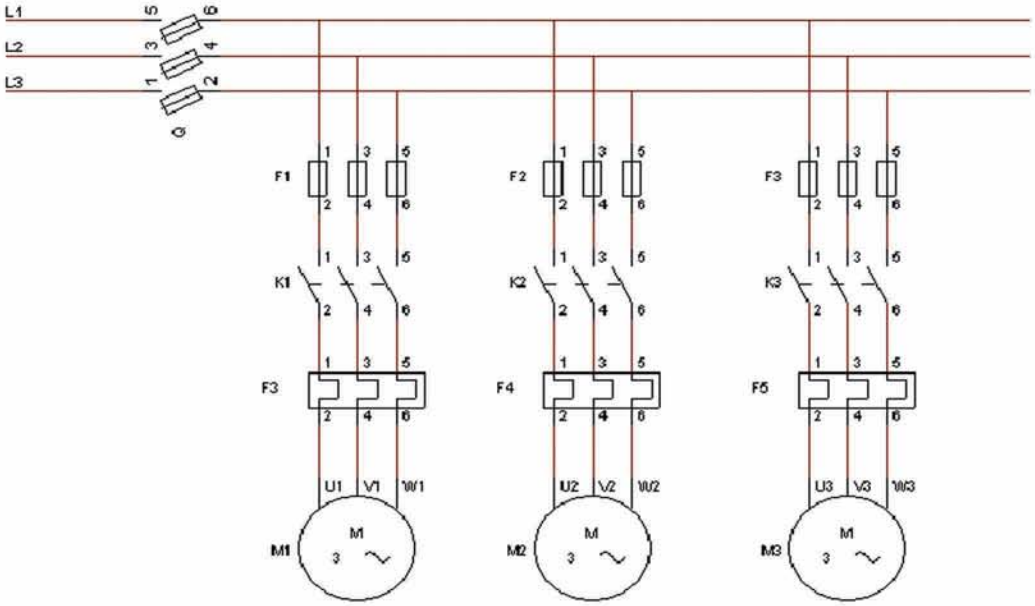
- في هذه الدائرة نريد تشغيل المحرك الأول M1 في أي وقت بحيث لا يمكن تشغيل المحرك الثاني M2 إلا عندما يكون المحرك الأول يعمل . وعند تشغيل المحرك الثاني لا يمكن إيقاف المحرك الأول M1 إلا بعد إيقاف المحرك الثاني
- بالنسبة لدائرة القوى هي دائرة عادية تتكون من :
- قاطع كهربي Q1&Q2 (فيوز) .
- نقاط التلامس الرئيسية K1&K2 .
- الملفات الحرارية F1&F2 .



- عند الضغط على مفتاح التشغيلS1 الخاص بالمحرك الأول M1 فإن التيار يصل إلى Coil k1 فتغلق نقاط التلامس الرئيسية في دائرة القوى ، فيعمل المحرك ويمكن في هذه اللحظة إيقاف المحرك عن طريق المفتاح S4 .
- لكي يتم تشغيل المحرك M2 لابد أن يعمل المحرك الأول وذلك لوجود نقطة تلامس مساعدة K1 فى اتجاة Coil k2 .
- في حالة تشغيل المحركين M1&M2 لا يمكن إيقاف المحرك الأول ، M1في حالة إيقاف المحرك الثاني M2 وذلك لوجود نقطة تلامس مفتوحة K2 بالتوازي مع مفتاح الإيقاف S4 الخاص بالمحرك الأول .

التطبيق الرابع : تشغيل ثلاث محركات .

الهدف : تصميم دائرة القوى والتحكم لتشغيل ثلاث محركات طبقا لشروط وظروف تشغيل محددة .

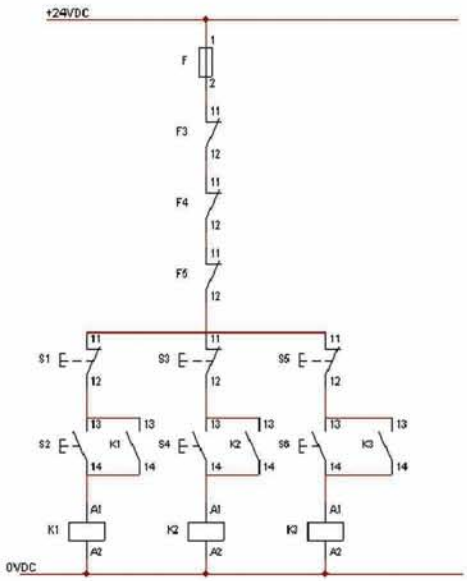


في حالة تنفيذ دائرة قوى لثلاث محركات أو اكثر .بغض النظر عما إذا كانت المحركات ستعمل معا أو كل محرك سيعمل منفردا أو تحت أي ظروف تشغيل .
فيكون الإختلاف فى تصميم دائرة التحكم لأنها المسؤولة عن تشغيل المحركات تبعا لتصميمها.
فكل محرك له فيوزاته والقاطع الحراري الخاص به ونقاط التوصيل الرئيسية الخاصة به وكل ذلك منفصل وخاص لكل محرك على حده .

دائرة التحكم

اولاً : تصميم دائرة تحكم بحيث يعمل كل محرك منفصلا

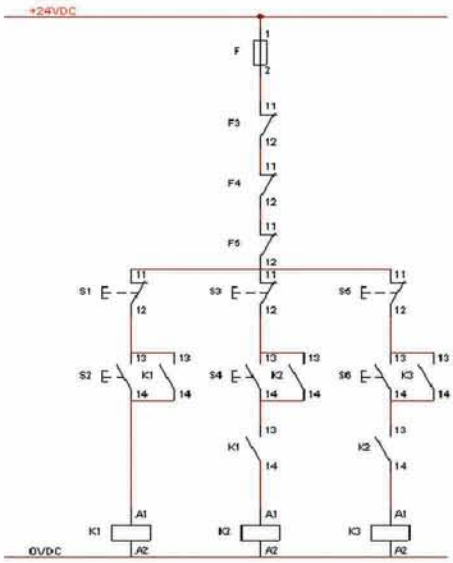
أي يعمل كل محرك على حده غير مرتبط بالمحرك الآخر ، وكل محرك له مفتاح تشغيل وإيقاف خاص به ونقاط التلامس والقاطع الحراري .



نلاحظ في التصميم الموضح في الرسم السابق أن لكل محرك مفتاح تشغيل ومفتاح إيقاف وأيضا في حالة فصل أي قاطع حراري لأي محرك فإن جميع المحركات ستقف .

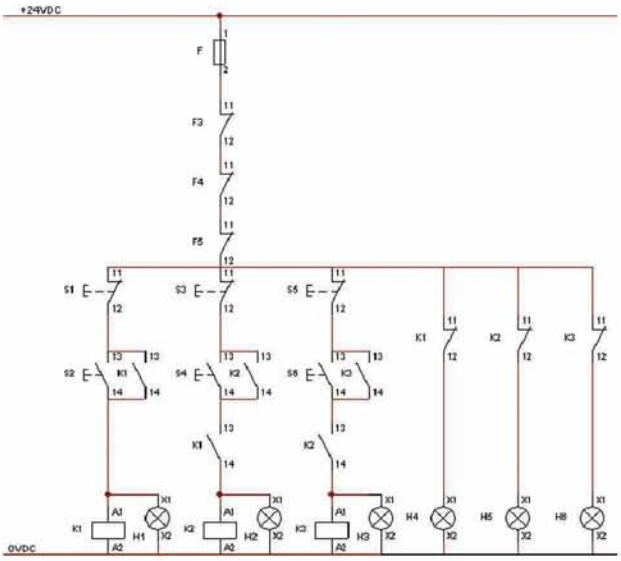
ثانيا:

تصميم دائرة التحكم بحيث المحرك الأول يعمل في أي وقت أما المحرك الثاني فلا يعمل إلا في حالة دوران المحرك الأول وكذلك المحرك الثالث لا يعمل إلا في حالة دوران المحرك الثاني .



- في هذه الدائرة يعمل المحرك M1 أولا بالضغط على مفتاح التشغيل S2 وعندما يعمل تغلق نقطة التلامس K1 المتصلة بـ Coil k2 .
- وعند الضغط على S4 يعمل المحرك الثاني مباشرة ، أي أنه لا يعمل هذا المحرك إلا عندما يعمل المحرك الأول ، وتغلق نقطة التلامس k2 المتصلة بالتوالي مع Coil K3 .
- عند الضغط على S6 يعمل المحرك الثالث M3 أي أنه لا يعمل إلا عندما يعمل المحرك الثاني M2 .

وفي التطبيق السابق يمكن إضافة بعض الميزات لدائرة التحكم ، على سبيل المثال :
- إضافة لمبات بيان Indication lamp بحيث عندما يعمل المحرك تضاء لمبة ذات لون أخضر وعندما يقف المحرك تضاء لمبة ذات لون أحمر .

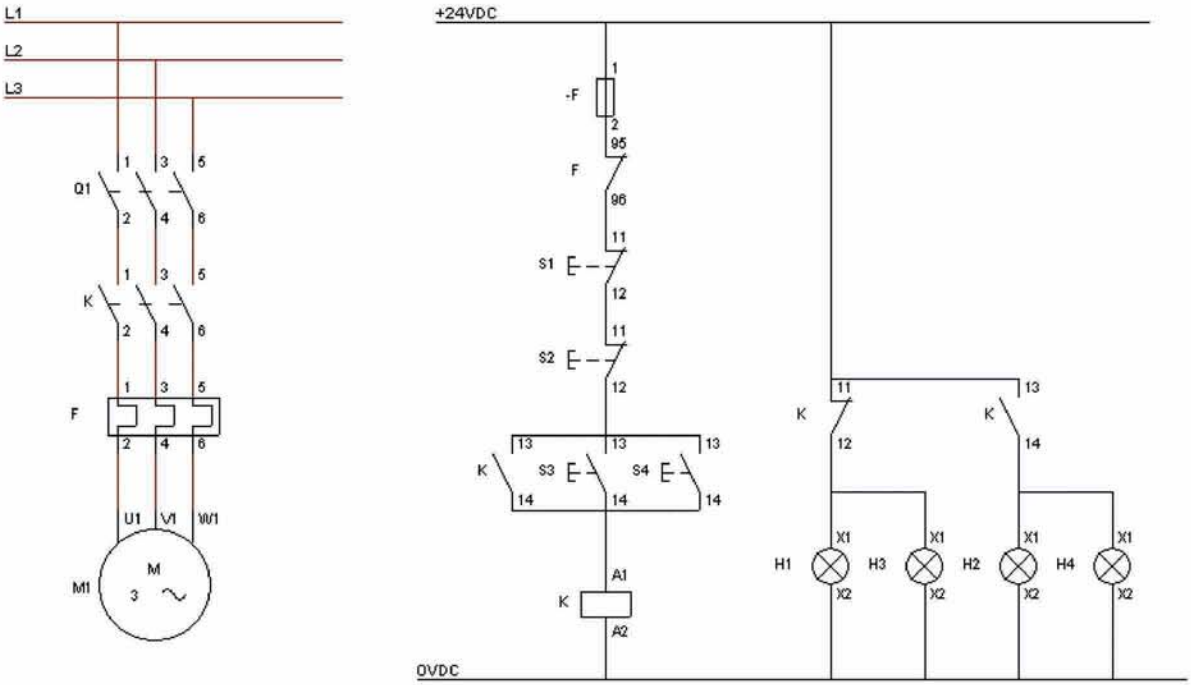


- H1 green indication lamp (run M2), H4 red indication lamp (stop M1)
- H2 green indication lamp (run M2), H5 red indication lamp (stop M2)
- H3 green indication lamp (run M3), H6 red indication lamp (stop M3)

وتعتبر Indication lamp مهمة في دوائر التحكم حيث تعبر عن حالة تشغيل وفصل المحركات الموجودة في النظام .

التطبيق الخامس

تشغيل وايقاف محرك من مكانين مختلفين



فى بعض التطبيقات التى تحتوى على ماكينات كبيرة الحجم يلزم تشغيل ايقاف الماكينة من اكثر من مكان مختلف وليس من مكان واحد .

وفى هذة الدائرة يعمل المحرك من خلال المفتاح S3 او المفتاح S4 وكلاهما فى مكانين مختلفين . أما بالنسبة للإيقاف المحرك فيتم إيقافة من خلال المفتاح S1 &S2 .

ونلاحظ أن مفاتيح التشغيل تم توصيلها معاً بالتوازى مع النقطة المساعدة K أما مفاتيح الايقاف فتم توصيلها بالتوالى .

ونستنتج من هذه الدائره بأنه إن أردت تشغيل أي محرك من عدة أماكن مختلفة فيلزم ذلك توصيل مفاتيح التشغيل جميعاً على التوازى ومعهم نقطة مساعده مفتوحه من البوبينة (coil) الخاص بالكونتاكتور الخاص بالمحرك .

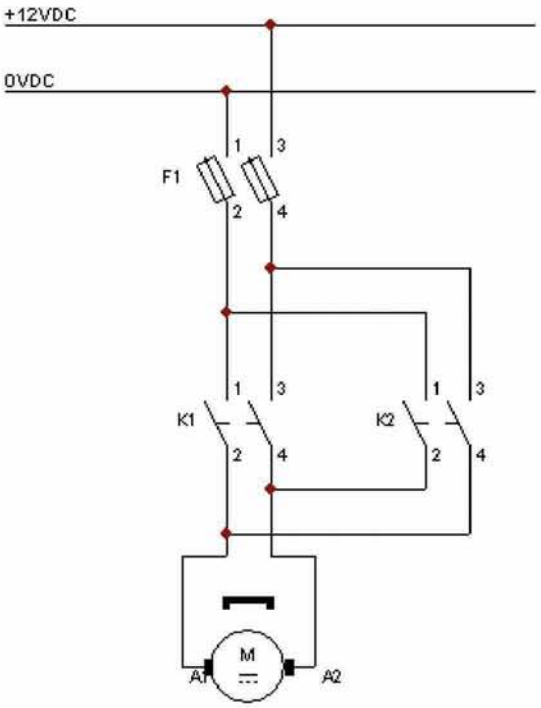
وكذلك إن أردت إيقاف المحرك من أكثر من مكان من خلال أكثر من مفتاح إيقاف فانه يلزم توصيل مفاتيح الإيقاف بالتوالى .

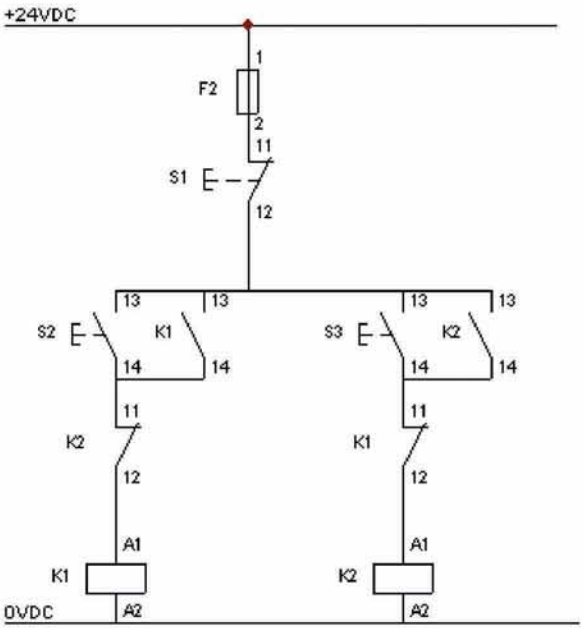
التطبيق السادس

التحكم فى تشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك تيار مستمر .

المكونات

- مصدر تيار مستمر 24vdc .
- مصدر تيار مستمرة12vdc .
- عدد 2مفتاح تشغيل start push button .
- عدد 1مفتاح إيقاف stop push button .
- فيوز 2امبير .
- عدد 2ريلى .





دائرة القوى

بالنسبة لمحركات التيار المستمر يتم عكس الحركه عن طريق عكس طرفى التوصيل . ففى دائرة القوى كما يتضح فى الرسم فالكونتاكتور K1 هو المسئول عن تشغيل المحرك فى الاتجاه الأيمن أما الكونتاكتور K2 فهو المسئول عن تشغيل المحرك فى الاتجاه الايسر . ونلاحظ أنه تم عكس الأطراف بالنسبه للكونتاكتور K2 .

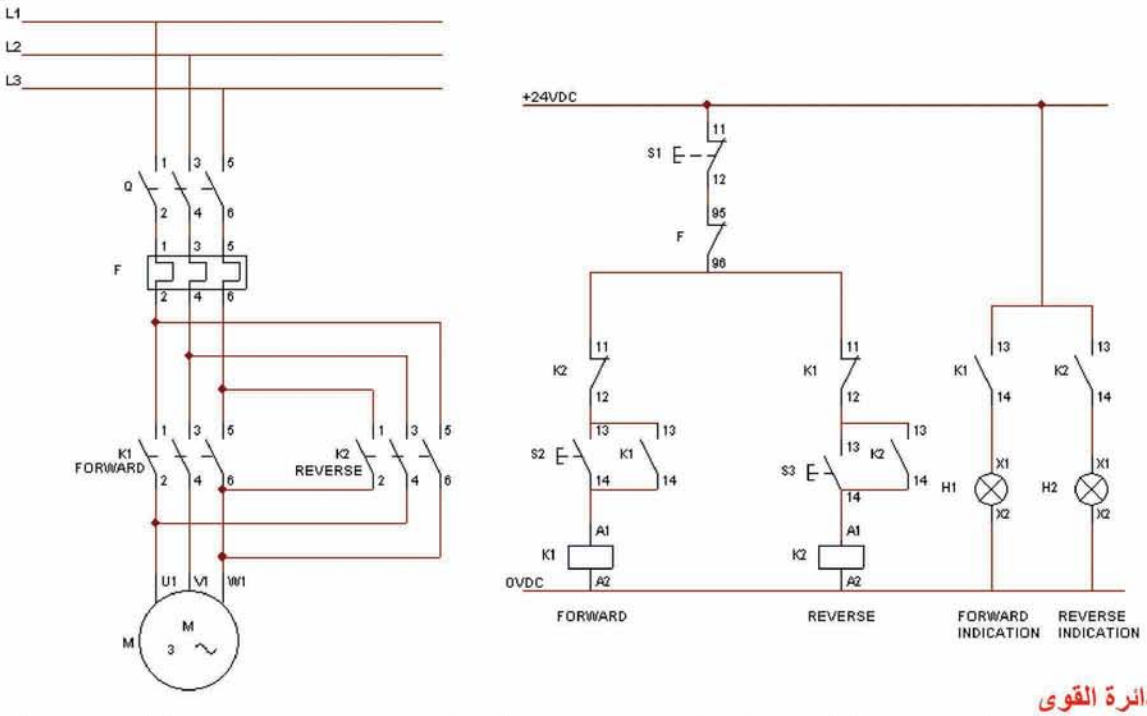
دائرة التحكم

- عند الضغط على مفتاح التشغيل S2 فإن المحرك يعمل فى الاتجاه الأيمن وتم وضع نقطه تلامس مفتوحه من الكونتاكتور K1 وذلك لأن المفتاح من النوع Push button .
- ولتشغيل المحرك فى الاتجاه الأيسر لابد من إيقاف المحرك أولاً بالضغط على المفتاح S1 وبعد ذلك يتم الضغط على المفتاح S3 .
- نلاحظ أنه تم توصيل نقطه تلامس مغلقه من الكونتاكتور k1 بالتوالى مع coil الخاص بالكونتاكتور k2 وذلك لضمان أنه لا يعمل المحرك فى الإتجاه الأيسر فى حالة دوران المحرك فى الاتجاه الأيمن حتى لو تم الضغط على المفتاح S3 . وبالمثل أيضاً تم توصيل نقطة تلامس مغلقه من الكونتاكتور k2 بالتوالى مع coil الخاص بالكونتاكتور k1 وذلك حتى يتم ضمان أن المحرك لايعمل فى الإتجاه الأيسر وتسمى هذه الطريقه بـ interlock وتستخدم لضمان عدم تشغيل المحرك فى الإتجاهين معاً مما سيؤدي الى حدوث short circuit فى دائرة القوى وذلك سيسبب مشاكل كثيره .

التطبيق السابع : التحكم فى تشغيل وإيقاف وعكس حركة محرك تيار متردد ٣ وجهه .

يعتبر هذا التطبيق من التطبيقات الهامه فى الحياة العملية . ولكى يتم تغير إتجاه دوران محرك phase ٣ يتم تبديل أى طرفين من الأطراف الثلاثة الخاصة بالمحرك .
حيث أن الزاوية الكهربية بين الأوجه الثلاثة (R-S-T) هى 120درجة وعندما يتم عكس طرفين من أطراف المحرك وليكن (R-T-S) فإن المحرك سيدور فى عكس الإتجاه فى الحالة الأولى .
- فى حالة عكس الثلاثة أطرف فإن المحرك سوف يعمل فى نفس الإتجاه بدون تغيير وليكن (T-S-R) .

ولتنفيذ هذة الدائرة فإنه يتم استخدام كونتاكتوران فى دائرة القوى بحيث يعمل كل كونتاكتور لكل اتجاه كما سيتضح فى تصميم دائرة القوى .



دائرة القوى

تختلف دائرة القوى يوجد لكل اتجاه كونتاكتور خاص به . فالكونتاكتور K1 خاص بالاتجاه الأول وتم توصيله بأطراف المحرك مباشرةً . أما الكونتاكتور K2 فهو خاص بالاتجاه المعاكس للإتجاه الاول وتم توصيله بالمحرك مع ملاحظة أنه تم عكس الوجهين U1&W1 كما ذكرنا سابقا .
- تم توصيل قاطع حرارى واحد للمحرك لأن التيار المار فى المحرك فى حالة دورانه فى الإتجاه الاول هو نفس التيار المار فى المحرك فى حالة دورانه فى الإتجاه العكسى .

دائرة التحكم

- تم توصيل نقطة تلامس مغلقة (F2) الخاصة بالقاطع الحرارى بالتوالى مع مفتاح الايقاف (S1) .
- بالنسبة للاتجاه الأمامى Forward تم توصيل مفتاح التشغيل S2 بالتوالى مع بوبينة K1 . كما تم توصيل نقطة تلامس مساعدة مغلقه من K2 بالتوالى مع بوبينة K1 بحيث لا يعمل المحرك فى الاتجاه الأمامى فى حالة عمله فى الإتجاه الخلفى و هذا ما يسمى بى Interlock .
- بالنسبة للإتجاه الخلفى Reverse فقد تم توصيل مفتاح التشغيل S3 بالتوالى مع بوبينة K2 . كما تم توصيل نقطة تلامس مساعدة مغلقة من K1 بالتوالى مع بوبينة K2 بحيث لا يعمل المحرك فى الإتجاه الخلفى فى حالة عمله فى الاتجاه الامامى .
- تم توصيل نقطة تلامس مساعدة مفتوحهK1 بالتوازى مفتاح التشغيل S1 وتسمى هذه النقطة Self latch وبالمثل تم توصيل النقطه K2 بالتوازى مع مفتاح التشغيل S2 .
- تم توصيل نقطة تلامس مفتوحة K1 بالتوالى مع لمبة بيان H1 بحيث تضئ فى حالة دوران المحرك فى الإتجاه الأمامى . كما تم توصيل نقطة تلامس مفتوحة K2 بالتوالى مع لمبة بيان H2 فى حالة دوران المحرك فى الإتجاه العكسى .

المراجع

- المرجع العلمى للضغط المنخفض (شركة شنايدر الكتريك - القاهرة) .
- التحكم الالى (شركة سيمنس) .
- التحكم الالى (المهندس وجية جرجس - معهد الدمبسكو - القاهرة) .
- اساسيات الحساسات (شركة الن برادلى) .

تأليف

المهندس - تامر أحمد سالم

مراجعة

المهندس - وهيب صالح علوان

Principle of Automatic control course

مركز رواد التقنية للتدريب - جدة - حي السلامة - شارع صاري
ت : ٦٨٣٨٩٤٥ - ف : ٦٦٩٧٧٨٤ - ص.ب ١٠٨٣٤١ جدة ٢١٣٥١