

دورة

# التحكم الآلي Classic Control



إعداد

عقيل محمد فني كهرباء

الجزء الثاني

الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم ومنها:

**المفتاح الحراري Thermostat**  
**:Switch**

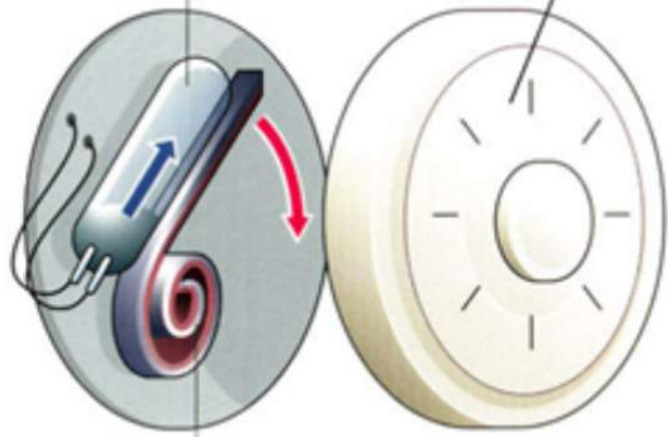
هو جهاز يستخدم للمحافظة على  
درجة حرارة الاجسام او السوائل او  
الحيز المراد التحكم في درجة  
حرارته اليا وهو نوعين: ميكانيكي و  
الكثروني

## ●-الترموسات الميكانيكي:

يستخدم الترموسات الميكانيكي  
الوسائل المادية لقياس درجة حرارة  
الهواء وهناك العديد من انظمة الا  
ستشعارات التي يمكن استخدامها فيه  
مثل شرائح معدنية مختلفة مثل  
النحاس والحديد مثبتة فوق بعضها  
من خلال بكرات عازلة او كريات  
شمع او مصابيح مليئة بالغاز او انابيب  
مليئة بالهواء او انبوبة مليئة بالزئبق  
وهذا تم منع استخدامها لما يشكل  
خطورة على الانسان

عند ارتفاع درجة الحرارة يميل الشريط المؤلف  
من معدنين نحو الاسفل.

قرص تدريجات المنظم.



عندما تزداد درجة الحرارة يميل القاطع الزئبقي  
نحو الأسفل، مغلقاً الدارة.

## ●-النظام الاكثر استخداما :

هو نظام الشرائح المعدنية  
المختلفة حيث يتم استخدام اثنين من  
الشرائح المعدنية من نوع النحاس و  
الحديد او غيره تربط فوق بعضها  
بواسطة بكرات عازلة وله نقاط  
مغلقة NC او مفتوحة NO ويتم ضبط

الحرارة المطلوب التوقف عندها من  
خلال بكرة مثبتة فوق الشرائح  
بواسطة اليد

وكلما تغيرت درجات الحرارة تغيرت  
خاصية الشرائح بأن تتقلص او تتمدد  
مما يسبب في انحناء الشرائح

فعندما تنحني الشريحة بشكل كافي

فانها تلامس الشريحة التي تقابلها

وبذلك تغلق النقطة وتكتمل الدارة

الكهربية او تكون موصلة للدارة

الكهربية وعند التقلص او التمدد

تفصل الدارة الكهربائية وهكذا تعمل

حسب الحرارة المحيطة بها

وهو مشابه جدا في طريقة عمله

# لطريقة عمل الاوفر لود الحراري كما مر معنا في الدروس السابقة

## ●-انواعه:

يستعمل الترموستات الحراري  
الميكانيكي في كثير من التطبيقات  
نذكر منها:

ترموستات التكييف

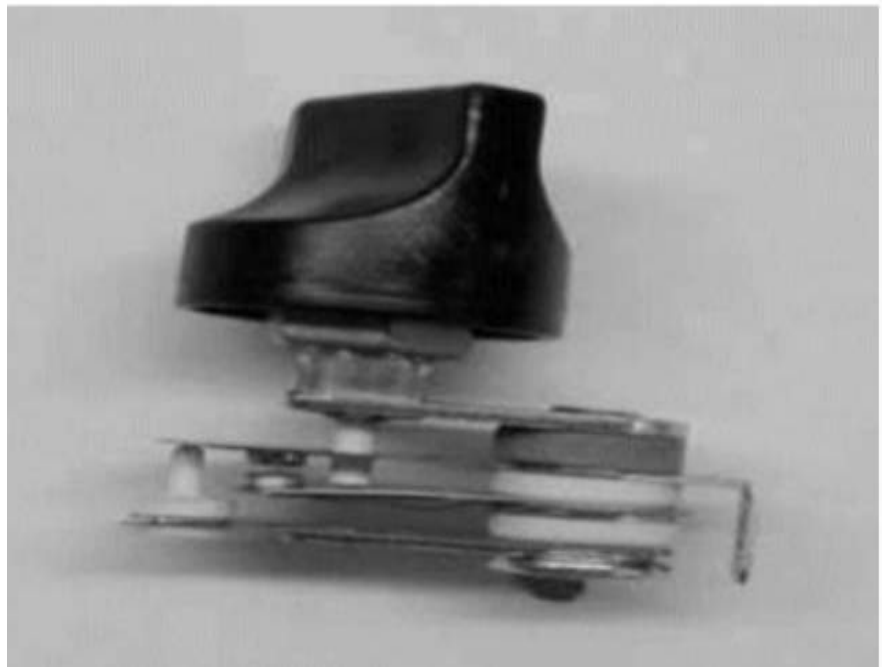


  
saipwell

## ترموستات التلاجات



## ترموستات الأفران



## ترموستات المكاوي



## ترموستات السخانات





## ترموستات التدفئة المركزية



وهناك نوع من الترموستات الميكانيكي يستخدم في حماية المحركات بحيث يربط على جسم المحرك وتوصل نقاطه الى دائرة التحكم لكن هذا النوع قل استعماله واستبدل بالمقاومة الحرارية المتغيرة PTC



يستخدم الترموستات الميكانيكي في  
السيارات ايضا



النوع الثاني من الترموستات  
الحراري :

### ●-الترموستات الألكتروني :

غالبا يستخدم في نظام التدفئة والتبريد بحيث يحافظ على درجة حرارة معينة في المنزل على سبيل المثال يمكن لهذا الجهاز ان يشغل تلقائيا جهاز التدفئة عندما تنخفض درجة الحرارة في المنزل او تشغيل مكيفات الهواء عندما ترتفع درجة الحرارة في المنزل حتى يملأ الهواء الحار او

# البارد الغرفة وهو ايضا نوعين: 1- ترموستات الكتروني يظبط من خلال بكرة وازرار



وهذا النوع يستخدم بالاضافة الى  
التحكم في التدفئة والتبريد يستخدم

ايضا في اللوحات الكهربائية  
فيقوم بتشغيل مروحة تبريد في حال  
ارتفعت الحرارة داخل اللوحة



2- ترموستات رقمي يتم ضبطه من خلال الازار والمفاتيح التي تسمح للمستخدم بالتحكم بالاعدادات وتظهر شاشة رقمية بالاعدادات ودرجة حرارة الجو



العديد من الترموستات الرقمية قابلة  
للبرمجة بحيث تسمح للمستخدم ان  
يظبط الحرارة التي يريدھا بأي وقت  
من النهار او ايام الاسبوع

الوسائل الخارجية المساعدة في  
دائرة التحكم

## المتحكم الحراري تمبرتشر Temperature Cotroller

هو جهاز يستخدم في قراءة الحرارة  
والتحكم فيها

يعتمد المتحكم الحراري في عمله  
على الاحساس بالحرارة من خلال  
حساسات حرارة ثرمو كابل

Thermo Cable ويقوم بعمل  
مقارنة بين الحرارة الفعلية والحرارة  
المطلوبة وعندما تكون الحرارة



الفعلية اقل من المطلوبة يقوم بتشغيل  
جهاز التدفئة من خلال نقطة ريليه  
مفتوحة NO

و عندما تكون الحرارة الفعلية اعلى  
من الحرارة المطلوبة يقوم بتشغيل  
جهاز التكييف من خلال نقطة ريليه  
مفتوحة NO



يوجد انواع من حساسات الحرارة  
ثرمو كابل وكل نوع له خصائصه  
من حيث درجة الحرارة التي يتحملها  
ونوعها ومدى درجة الحرارة  
(J,K,S,R,PT100,E,T,N,W)

حيث تعتمد على مقاومة المادة  
المصنوع منها الحساس والتي عند  
تعرضها لدرجة حرارة تتغير  
مقاومتها وبالتالي يتغير مللي فولت او  
مللي امبير الواصل الى العداد  
وبالتالي يحس بالحرارة



وايضا يوجد انواع من المتحكم  
الحراري تمبرتشر

منها ما هو يقبل نوع واحد من حساس  
الحرارة

ومنها ما يقبل جميع انواع الحساسات  
وهو يكون قابل للبرمجة بحيث يتم  
اختيار نوع الحساس الذي سوف يتم  
استخدامه

ومنها ما له مدخل حساس حرارة  
واحد ومنها ما له 2 مدخل حساس

ومنها ما له خرج ريليه واحد ومنها  
ما له خرج 2 ريليه



يستخدم المتحكم الحراري للتحكم في  
التكييف و غرف التبريد وفي الفقاسات  
و الافران والسخانات وغيره  
يوجد ترموستات الكتروني يستخدم  
في غرف التبريد



واخر يستخدم في السخانات



يشابهان كثيرا المتحكم الحراري من  
حيث الوظيفة

وايضا يوجد ترمو ميتر الكتروني  
مشابه للمتحكم الحراري يستخدم فقط  
لقراءة الحرارة يستخدم في قراءة

# حرارة السخانات





الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

## مفتاح الضغط Pressure Switch

مفاتيح الضغط هي أدوات مصممة لا  
ستشعار اي تغير في ضغط ضخ  
مواد معينة والاستجابة لهذا التغير  
بشكل معين

مفاتيح الضغط انواع منها ما يعمل  
بضغط الماء ومنها ما يعمل بضغط  
الهواء ومنها ما يعمل بضغط الغاز  
ومنها ما يعمل بضغط الزيت

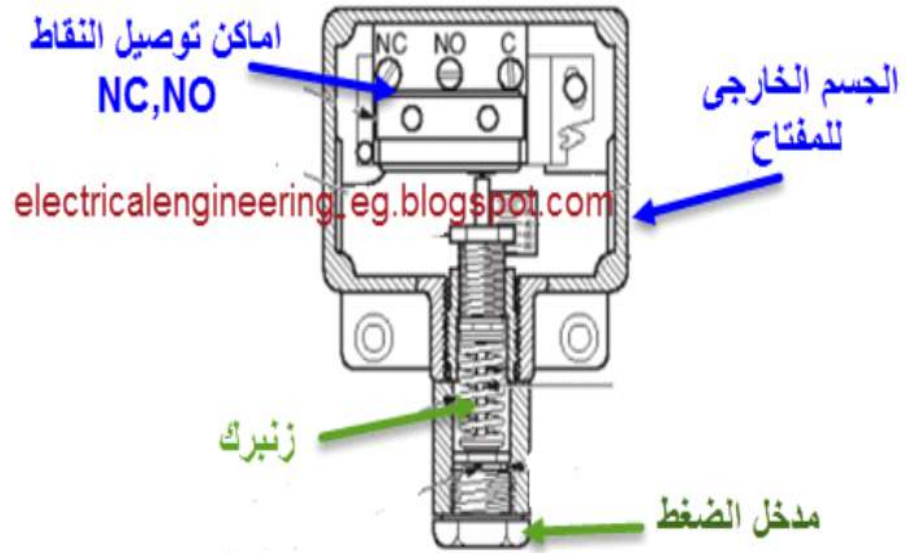
## ● مفتاح ضغط يعمل بضغط الماء:

وهذا النوع يستخدم في التحكم في تشغيل وإيقاف مضخة المياه عند نقصان الضغط يقوم بتشغيل المضخة وعند زيادة الضغط يقوم بفصل المضخة وذلك عن طريق تلامسات مغلقة NC



إذا كانت المضخة سينجل فاز  
وصغيرة ممكن يوصل الفاز مباشر  
الى نقطة مفتاح الضغط ومنها الى  
المضخة

اما اذا كانت المضخة ثري فاز  
توصل نقاطه توالي مع دائرة التحكم

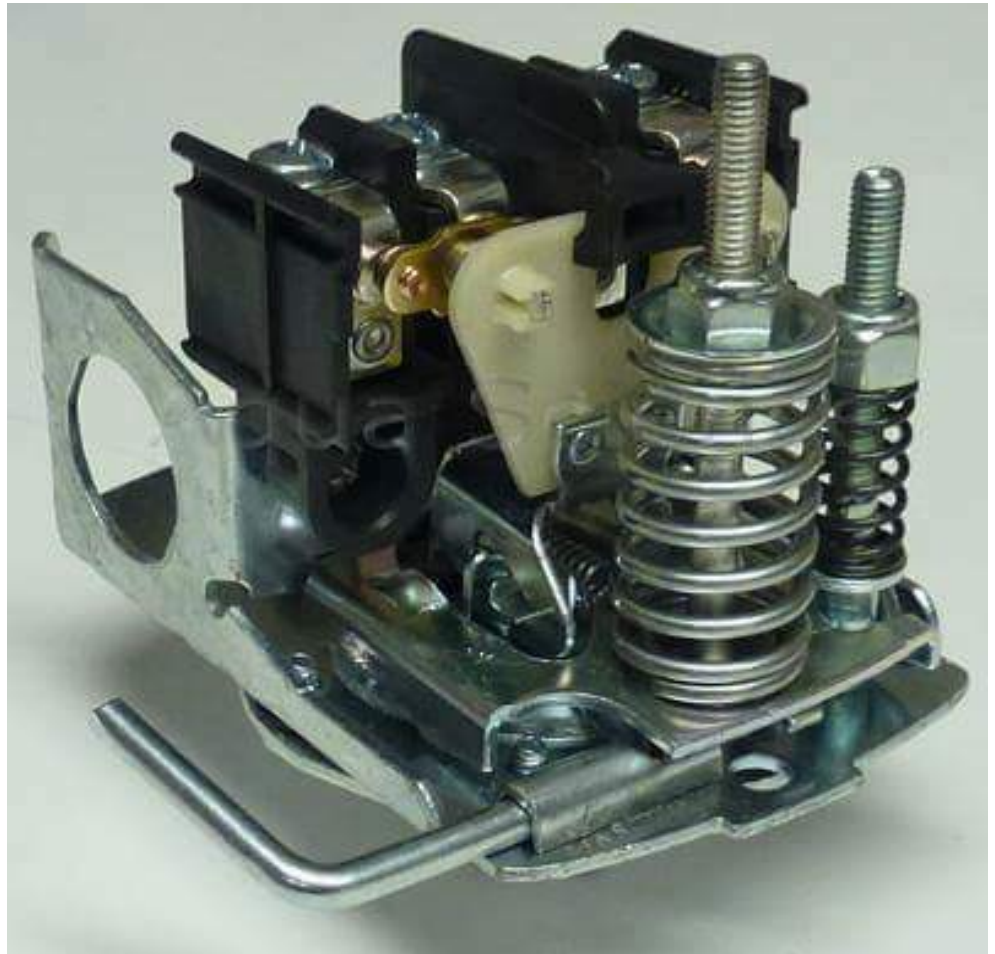


التركيب الداخلى لمفتاح الضغط  
pressure switch

يوجد منه انواع من حيث نقط  
التلامس فممه نقطتين قلاب اي  
مشتركة COM مفتوحة NO مغلقة  
NC

ومنه نقطتين مغلقتين NC

● طريقة ضبطه:



له مسماران واحد طويل والاخر  
قصير

المسمار الطويل :يستخدم في تحديد  
اقل ضغط والذي عنده يحول مفتاح  
الضغط نقاطه الى مغلقة فتعمل  
المضخة

ولزيادة هذا الضغط نلف صامولة  
هذا المسمار مع عقارب الساعة  
ولتقليل الضغط نلف الصامولة عكس  
عقارب الساعة

المسمار القصير :ويستخدم في تحديد  
اقصى ضغط والذي عنده يحول  
مفتاح الضغط نقاطه الى مفتوحة

## فتفصل المضخة

وايضا لزيادة هذا الضغط نلف  
صامولته في اتجاه عقارب الساعة  
ولتقليل الضغط نلف الصامولة عكس  
عقارب الساعة

عادة يضبط مفتاح الضغط على 2 الى  
4 بار

يجب التأكد من سلامة جميع  
الحنفيات لان اذا حدث تسريب في  
احد الحنفيات ستظل المضخة تعمل  
باستمرار

يفضل وضع عوامة تفصل دائرة  
التحكم في حال فراغ الخزان الذي

يغذي المضخة لكي لا تشتغل  
المضخة على الناشف

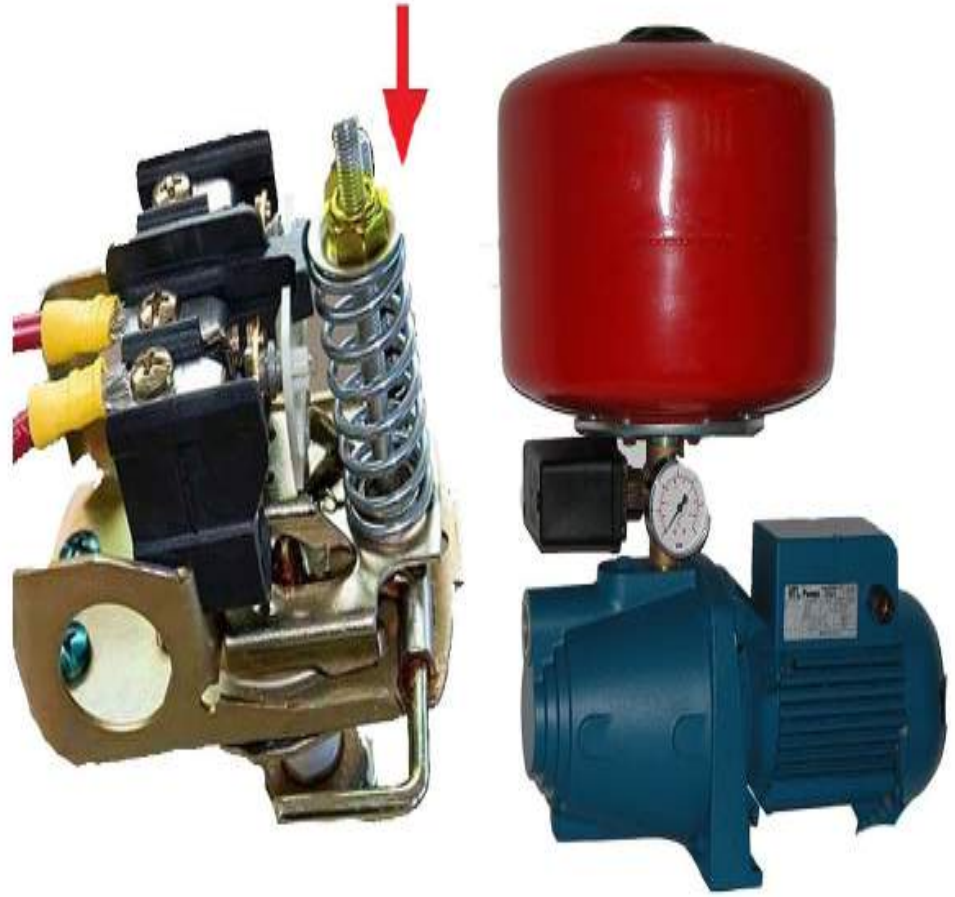
تكلّمنا في الدرس السابق عن مفتاح  
الضغط بريشر سويتش وانه يفصل  
المضخة عند زيادة الضغط ويشغلها  
عند نقصان الضغط

لكن هذا المفتاح يؤمن ضغط فقط  
في المواسير سرعان ما يتلاشى عند  
فتح اي حنفية وسوف تبقى المضخة  
في حالة عمل واطفاء متكرر مما  
ينقص من عمر المضخة الافتراضي  
وللتخلص من هذه المشكلة وزيادة  
الضغط يتم تركيب بالونة الضغط فما  
هي:

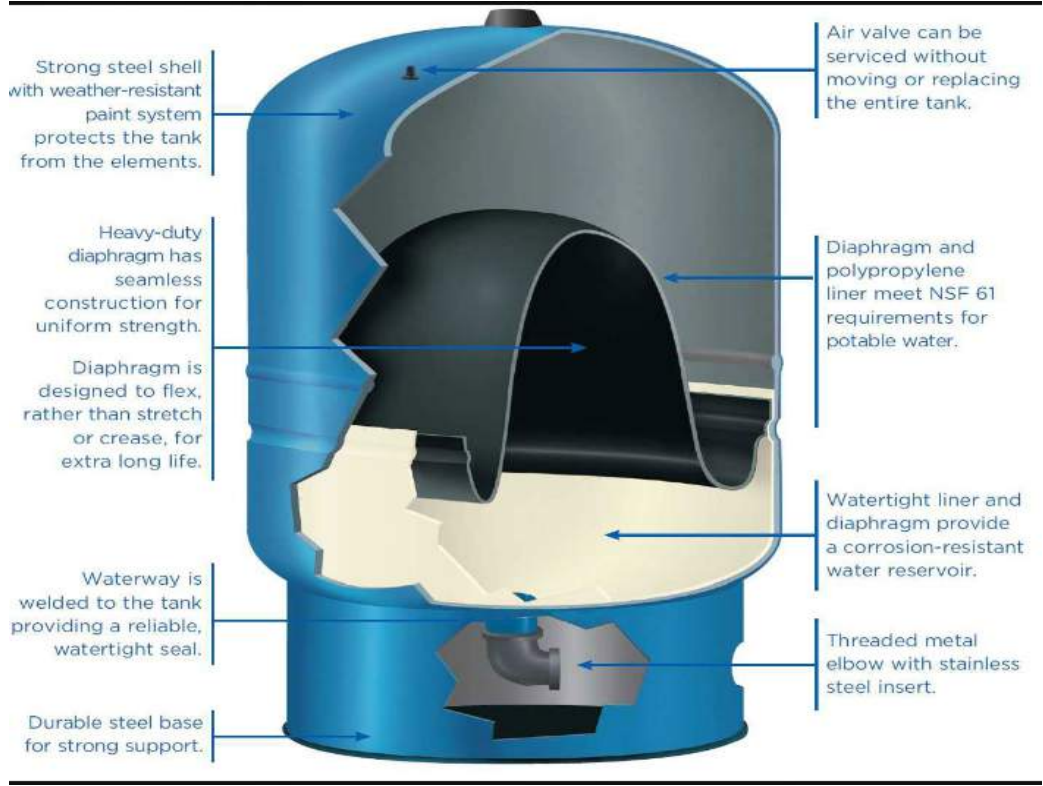
● بالونة ضغط المياه Water

Pressure Tank





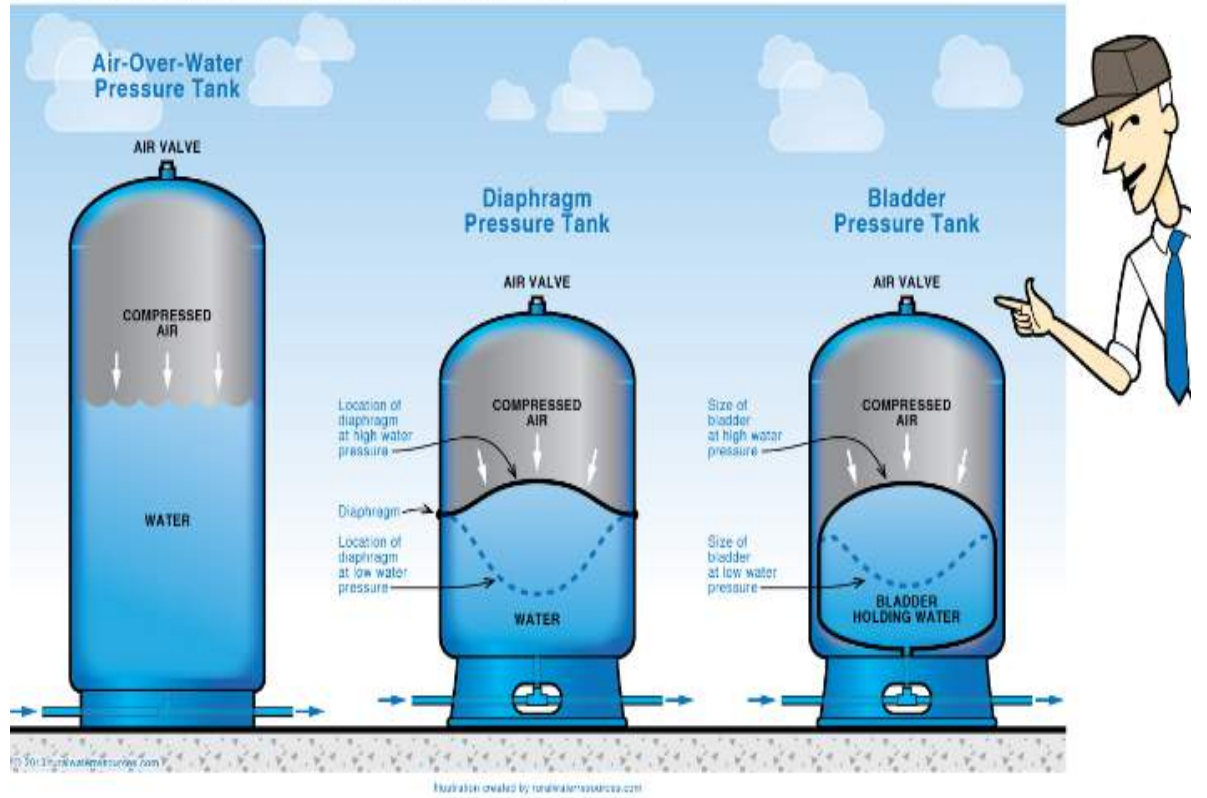
البالونة: هي عبارة عن انتفاخ معدني  
وبداخله بالونة من الكاوتشوك وبينهما  
هواء مضغوط



والبالونة الكاوتش لها فتحة يدخل  
منها الضغوط من مضخة المياه  
فتضغط المياه على الهواء المحجوز  
بين البالونة المعدن والبالونة الكاوتش  
مما يسبب تقليل حجم الهواء وزيادة  
في ضغطه فتخزن المياه في البالونة  
المعدن تحت ضغط من البالونة  
الكاوتش و عندما يصل الضغط الى

# الحد المظبوط عليه يفصل مفتاح الضغط بريشر سويتش نقاطه فتفصل المضخة

## Different Types of Pressure Tanks



فاذا تم فتح اي حنفية يتم سحب المياه  
المنضغطة في البالونة اولا فاذا  
انخفض ضغط المياه عن الحد

المضبوط عليه يوصل مفتاح الضغط  
بريشر سويتش نقاطه فتعمل المضخة  
في حالة تسرب الهواء من البالونة لا  
يكون هناك مجال للانضغاط لان  
المياه غير قابلة للانضغاط فتعمل  
المضخة بصورة متقطعة سريعة  
اما اذا كانت البالونة سليمة وبلف عدم  
الرجوع هو التالف فتعمل المضخة  
بصورة متقطعة بطيئة

وهذا هو الفرق الذي يعرف به عطل  
البالونة من عطل بلف عدم الرجوع

يتم ضغط البالونة من 24 الى 28

pci



**AQUASYSTEM<sup>®</sup>** **ACCREDIA**  
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

**ZILIO INDUSTRIES SPA**  
via Sega Vecchia, 65 - 36050 Friola di Pozzoleone - (VI) - Italy [www.zilioindustries.com](http://www.zilioindustries.com) - [info@zilioindustries.com](mailto:info@zilioindustries.com)

**VERTICAL PRESSURE TANK RED**

SERIAL N°: Z2364150	TEMPERATURE RANGE (TS) -10°C/+100°C	<b>VAV80</b>
(PS) MAX PRESS. 10,0 bar	PRE CHARGE 1,5 bar	
DATE: 23/06/2016	MEMBRANE	 <small>CODE: AAMVE01R01EA1</small>
<b>FLUID GROUP 2</b>	 <b>EPDM</b>	
<b>CE</b> 0035 <b>MADE IN ITALY</b>		

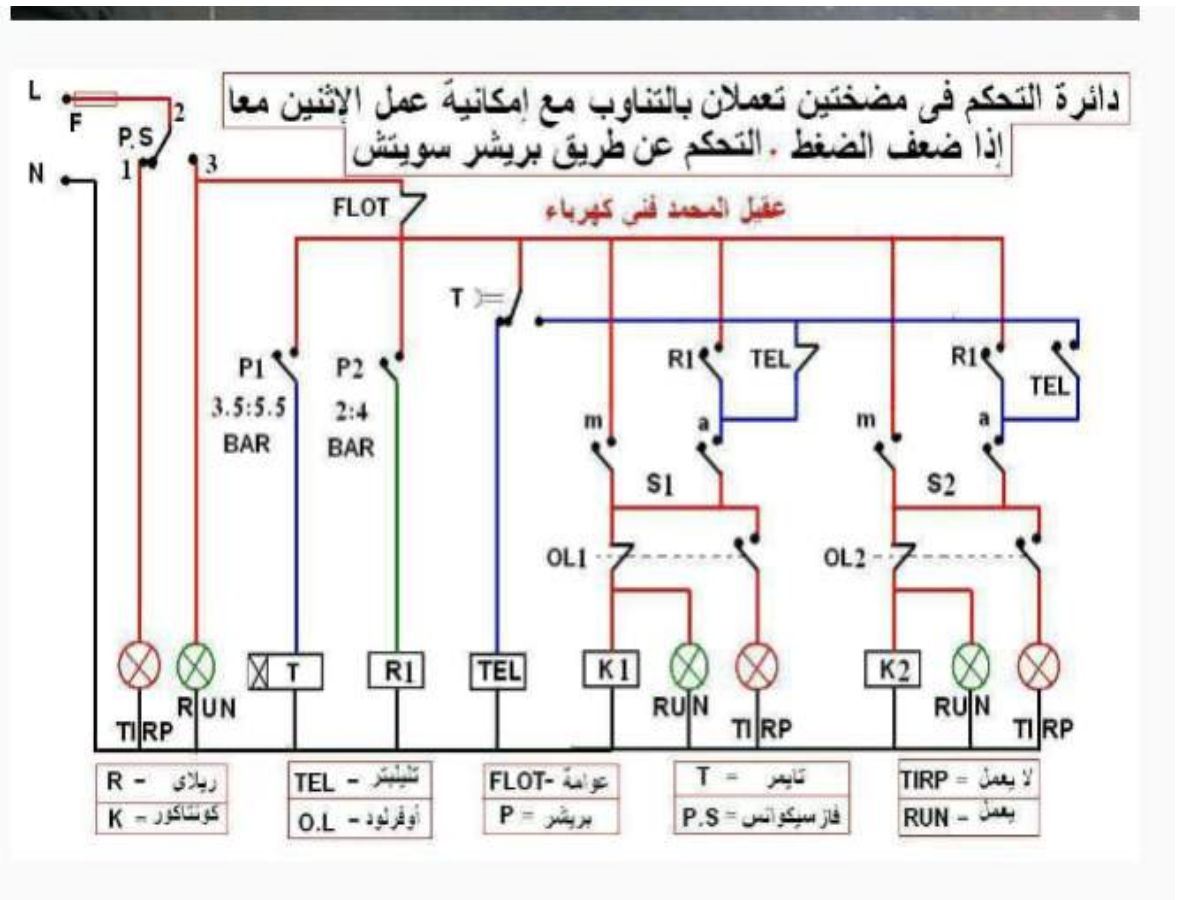
غالباً يتم استخدام منظومة لرفع المياه  
وضغطها تتكون من 2 مضخة مياه  
ثري فاز و 2 مفتاح بريشر سويتش  
وبالونة و عوامة تركب اسفل الخزان  
الذي يغذي المضخات تفصل الدائرة  
في حال فراغ الخزان

يتم ضبط مفاتيح البريشر سويتش  
واحد على 3.5-5.5 بار ويتم ضبط ا  
لاخر على 2-4 بار

اذا كان الضغط بين 3.5-5.5 تعمل  
المضختان بالتناوب واذا نزل الضغط  
اقل من 3.5 بار تعمل المضختان معا  
حتى يرتفع الضغط الى فوق 3.5 بار



# فيعود عمل المضخات بالتناوب



## جهاز الفلو ماك Flow Mac

الفلو ماك : هو جهاز يتم تركيبه مع مضخة المياه بديلا عن البالونة و البريشر سويتش في البيوت الصغيرة ويكون حجم المضخة من نصف حصان 5HP/1 الى اثنان حصان 2HP





يتحكم الفلو ماك في تشغيل المضخة تلقائيا

من ميزات هذا الجهاز:

1-يشغل المضخة بعد فتح الحنفية  
بثوان

2-يفصل المضخة بعد غلق الحنفية  
بثوان

3-في حال انقطاع المياه يتم فصل  
الكهرباء عن المضخة في خلال 10  
ثواني تقريبا

4-يعيد تشغيل المضخة كل 15 دقيقة  
في حالة قطع المياه واذا لم ترجع

المياه يفصل المضخة لمدة 15 دقيقة  
فليس هناك حاجة لعمل ريسيت  
Reset للجهاز عند انقطاع وعودة  
المياه



من سلبياته: عند فتح الحنفية لابد من ا  
لانتظار ثواني حتى تعمل المضخة  
ايضا لابد من التأكد من سلامة جميع

الحنفيات لانه في حال وجود تسريب  
سوف تبقى المضخة تعمل باستمرار

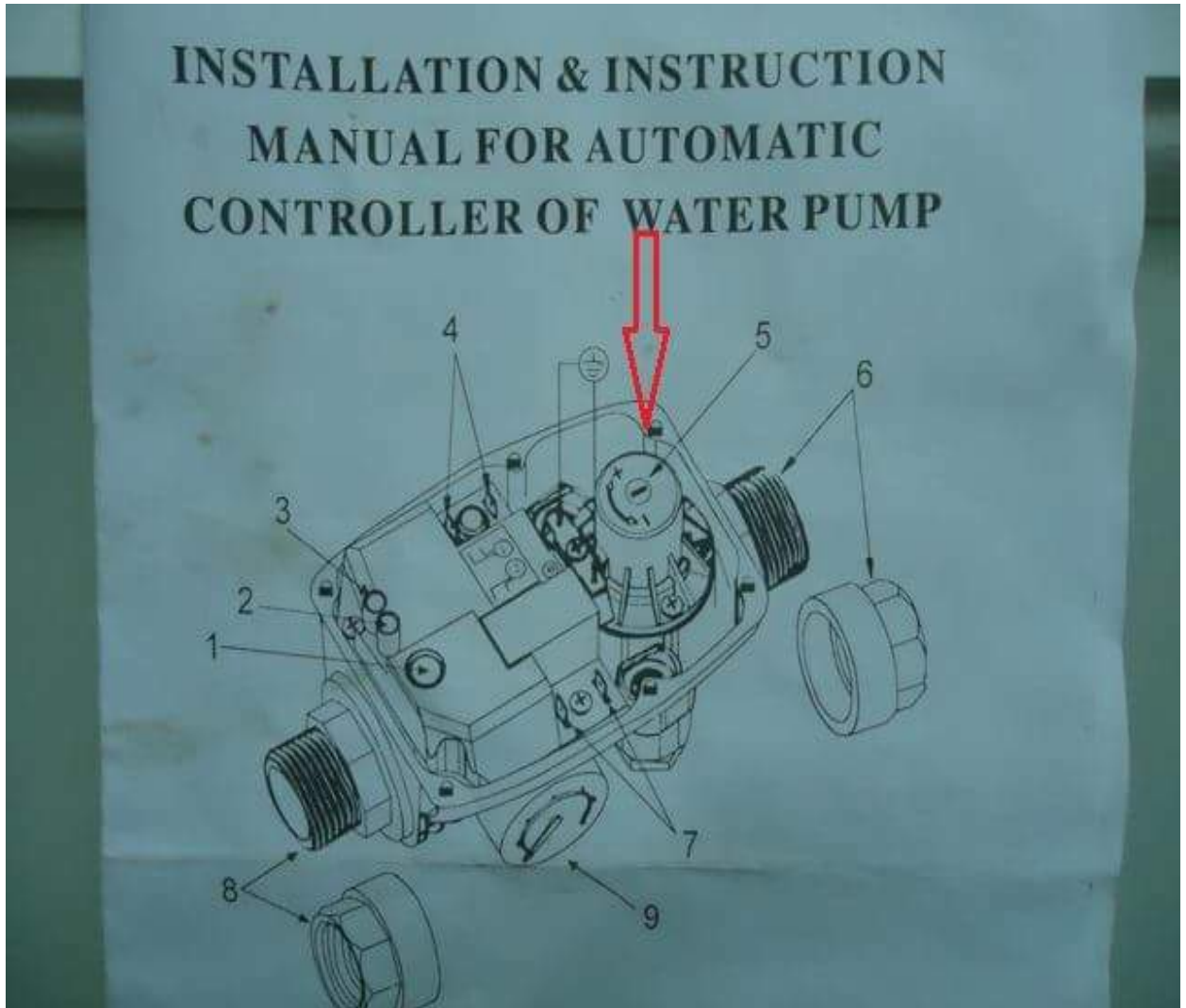
---



يوجد بداخله مسمار لضبط الضغط  
لزيادة الضغط يتم لف المسمار الى

جهة+

ولتقليل الضغط يتم لف المسمار الى  
جهة-



الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

● مفتاح التدفق ( السريان ) فلو

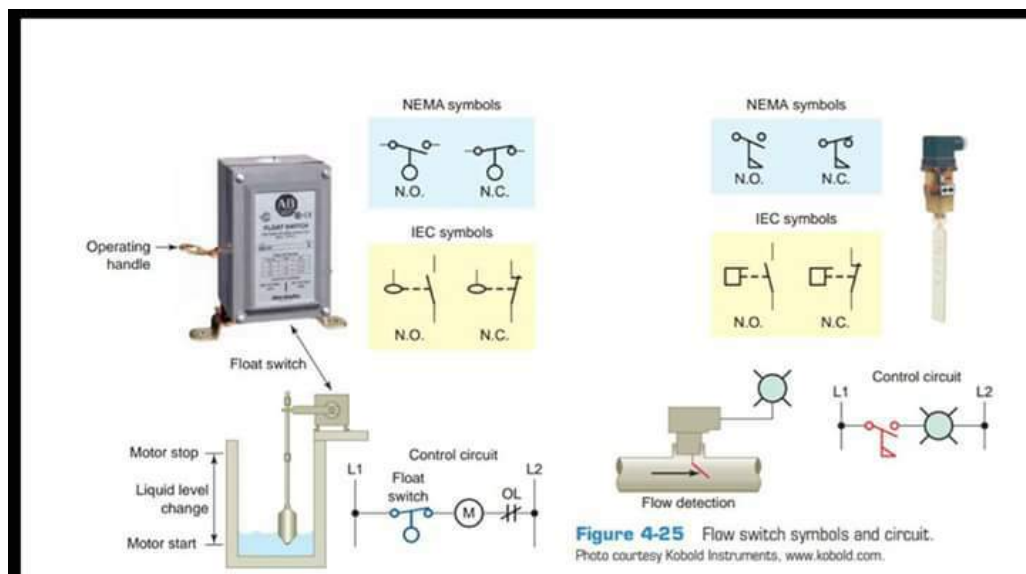
سويتش Flow Switch

يستخدم مفتاح التدفق فلو سويتش في  
خطوط انتاج المياه المثلجة (التشليير)  
وخطوط مياه التكييف وخطوط مياه  
اطفاء الحريق

مفتاح التدفق فلو سويتش هو: عبارة  
عن مفتاح يستشعر مرور السوائل



# له نقطتين قلاب مفتوحة NO ومغلقة NC



فكرة عمله تعتمد على وجود ريشة  
او شريحة بلاستيكية غاطسة في المياه  
وتتحرك عند ضغط تدفق المياه  
وعندما تتحرك تغير وضع نقاط  
التوصيل من مفتوحة NO الى  
مغلقة NC او العكس



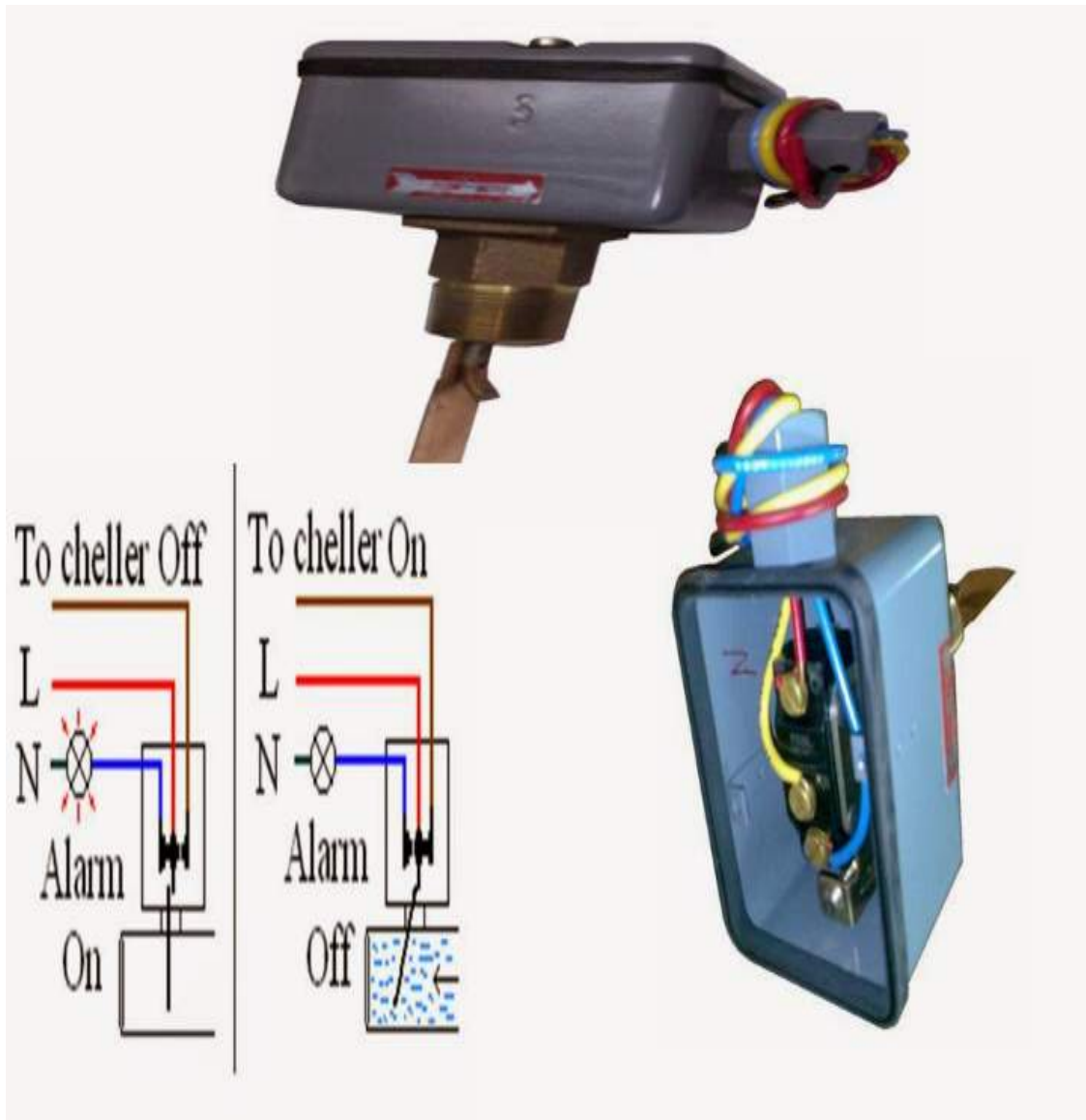


و عند عدم تدفق المياه لأي  
سبب (دوران الظلمبة عكسيا-سدد  
بخطوط المياه) فان ريشة مفتاح التدفق  
ترجع لوضعها الاول ويفصل نقاط  
التوصيل وتتوقف الدائرة عن العمل





يمكن الاستفادة من النقطة المغلقة  
NC في المفتاح وذلك بتركيب لمبة  
بيان تضيء في حال توقف الدائرة



الوسائل الخارجية المساعدة في  
دائرة التحكم

## ● الصمامات

:وهي عدة انواع نذكر منها:

1-صمام ملف (سولونويد فالف)

Solenoid Valve





هو صمام كهربائي يتألف من ملف  
كهربائي وقلب حديدي عند مرور  
التيار الكهربائي بالملف يتولد مجال  
مغناطيسي يجذب القلب الحديدي  
داخلة فينفتح المسار

ويسمح بمرور السائل او الغاز او  
الهواء من خلاله وبعد قطع التيار  
يعود الى وضعه الطبيعي ويقفل

المسار

يستعمل في العديد من التطبيقات نذكر  
منها مثلا انظمة التكييف  
المركزي (التشيلر) والمولدات  
والولاعات والغسالات  
وفي ري المزروعات وغيرها كثير  
جدا

2-صمام الاتزان Balance  
Valve



**Balance Valve**

هو صمام ميكانيكي يستخدم لتخفيض  
او خنق الماء يستخدم في انظمة  
التبريد المركزي (التشيلر)

# 3-صمام مخرج واحد (عدم رجوع) One Way Check Valve



هو صمام ميكانيكي فقط يسمح  
للسائل بالمرور ولا يسمح له  
بالرجوع

يستعمل في المضخات الرافعة للمياه  
وغيرها

Two Way 4-صمام الاتجاهين  
Valve



هو صمام كهربائي له مدخل ومخرج

يقوم بعملية فتح وقفل

Open&Close وهو يفتح لأمرار

المياه ويغلق لحظيا لاييقاف المياه

يستخدم في انظمة التبريد المركزي

(التشيلر) مع المضخات متغيرة

السرعة في المشاريع الصغيرة

Three 5-صمام الثلاثة اتجاهات

Way Valve





هو صمام كهربائي له مدخلين  
ومخرج واحد يقوم بعملية تحويل  
مسار المياه يستخدم في أنظمة  
التكييف المركزي (التشيلر) مع  
المضخات ثابتة السرعة في المشاريع  
الكبيرة وفي شبكات تسخين المياه

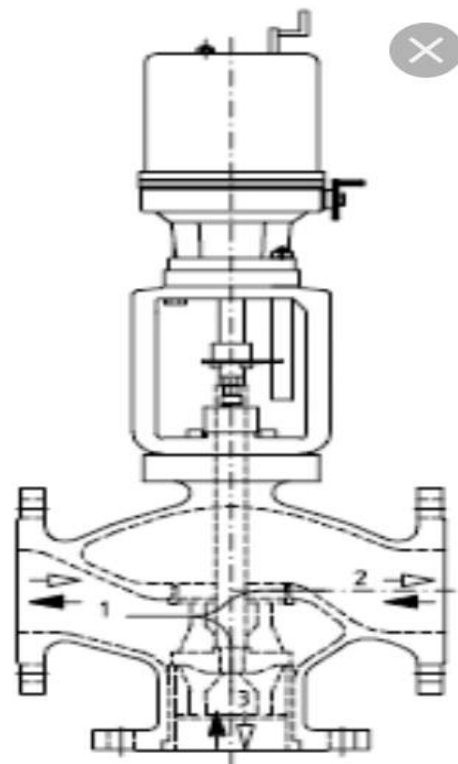
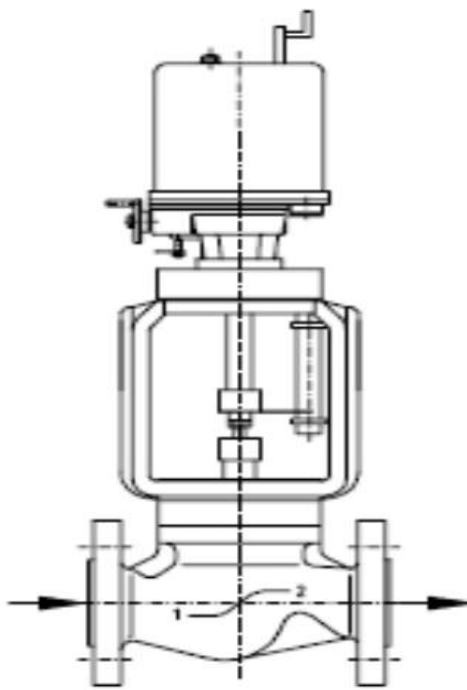
# المركزي



Two-Way



Three-Way

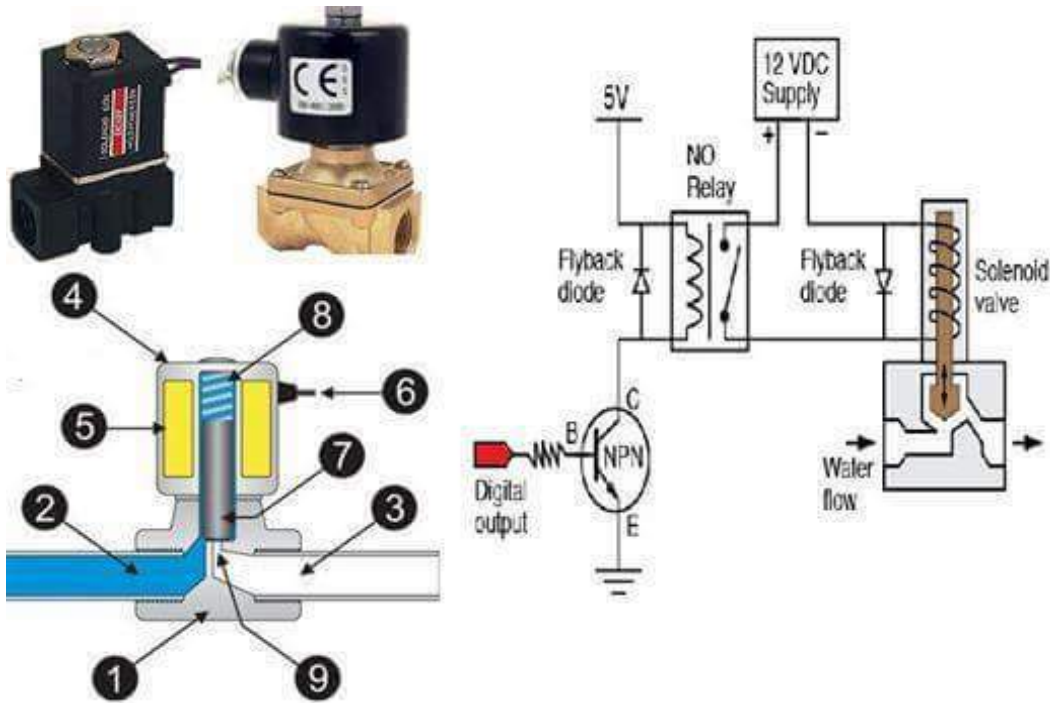


# 6-صمام موتور ايز Motorized Valve



هو صمام كهربائي يتم التحكم به بشكل تدريجي في فتح او التقليل او التحكم في توقف السوائل ويتم التحكم عن طريق محرك صغير يثبت على

# الصمام



<b>GATE VALVES</b> Gate Valve             Manually Operated Valve             Pneumatic             Motor             Hydraulic             Bleeder Valves					
<b>GLOBE VALVES</b> Globe Valve             Pneumatic             Motor             Hydraulic             Angle             Pneumatic             Motor             Needle					
<b>BALL VALVES</b> Ball             Ball             Motor or Hydraulic			<b>PLUG VALVES</b> Plug             Plug             Motor or Hydraulic		
<b>BUTTERFLY VALVES</b> Butterfly             Butterfly             Butterfly             Motor or Hydraulic				Pneumatically Operated             Solenoid Valve CLOSED	
<b>DIAPHRAGM VALVES</b> Diaphragm             Motor			<b>CHECK VALVES</b> Check Valve             Check Valve             Stop Check		
<b>SAFETY (Gases)</b> Safety		<b>RELIEF (Liquids)</b> Relief Valve		<b>Four-Way</b> Four-Way	
<b>Knife Valve</b> Knife Valve		<b>Pinch Valve</b> Pinch Valve		<b>Three-Way Valve</b> Three-Way Valve	
Gauge		Rotameter		Orifice	

الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

● مفتاح تحديد المستوى (العوامة)

## Float Level Switch

تستخدم العوامة في تحديد المستوى  
المطلوب عنده تشغيل مضخة المياه  
او تحديد المستوى المطلوب عنده  
فصل مضخة المياه



للعوامة نقطتين تلامس قلاب  
مفتوحة NO ومغلقة NC موصولة الى ث  
لاثة اسلاك: بني -اسود-ازرق  
السلكين البني والاسود يشكلان نقطة  
مغلقة NC اذا كانت العوامة متجهة  
للأعلى

تصبح نقطة مفتوحة NO اذا اتجهت  
العوامة الى الاسفل  
وهذه التوصلية تستخدم في الخزان  
السفلي

السلكين البني والأزرق يشكلان نقطة  
مفتوحة NO اذا كانت العوامة متجهة  
نحو الأعلى

تصبح مغلقة NC اذا اتجهت العوامة

للأسفل

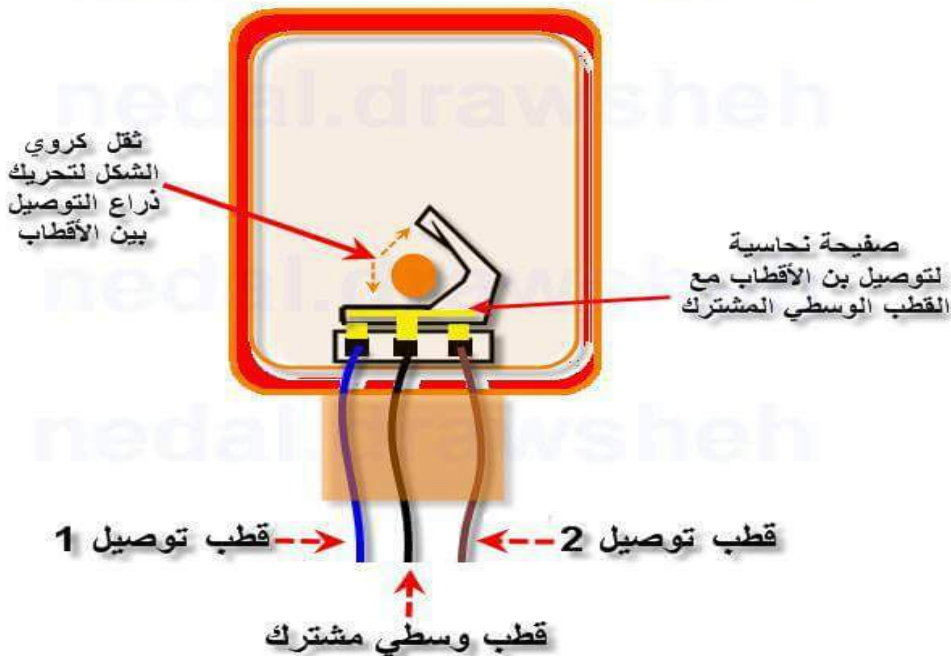
وهذه التوصيلة تستخدم في الخزان

العلوي

يفضل فحص نقط العوامة بالآفو

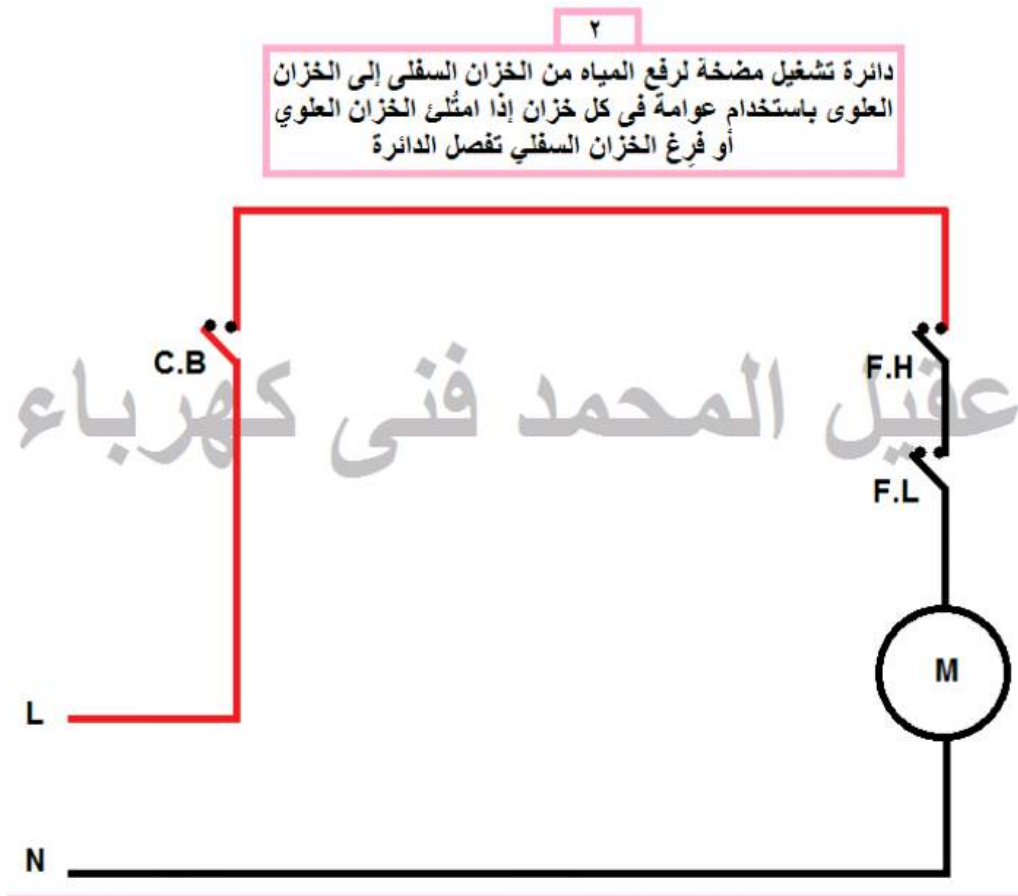
وتحديد التوصيلة المطلوبة

تشريح العوامة الكهربائية من الداخل



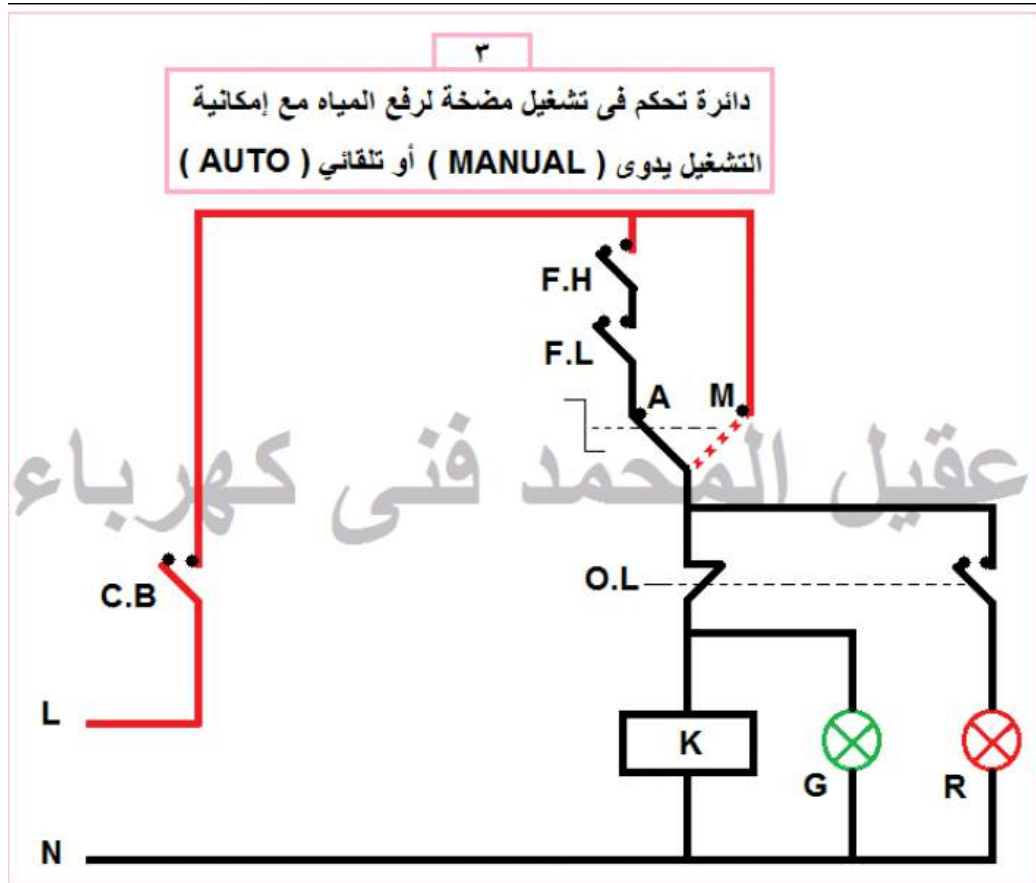


توصل العوامة في الخزان السفلي  
توالي مع العوامة في الخزان العلوي  
ويوصل احد طرفي العوامتين بالفاز  
والطرف الاخر بالمضخة اذا كانت  
المضخة سنجل فاز صغيرة



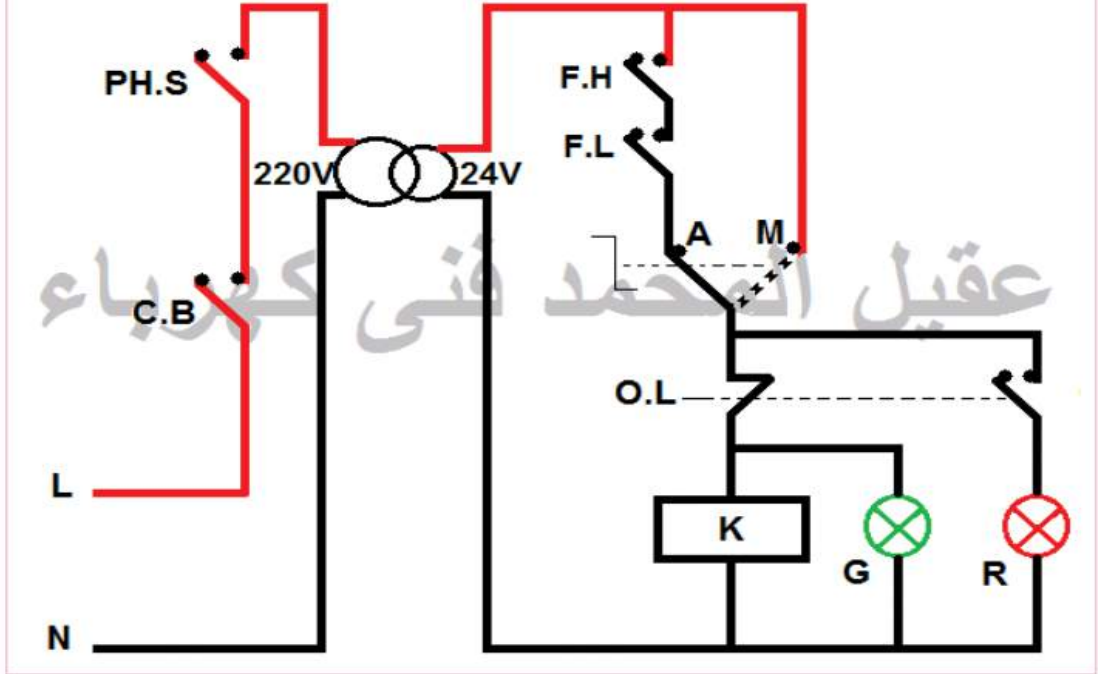


او توصل توالي في دائرة التحكم اذا  
كانت المضخة ثري فاز



يفضل استخدام محول 220V/24  
V في دائرة العوامات حرصا على  
السلامة العامة

دائرة التحكم في تشغيل مضخة رفع مياه بواسطة عوامتين الدائرة تعمل بجهد ٢ فولت

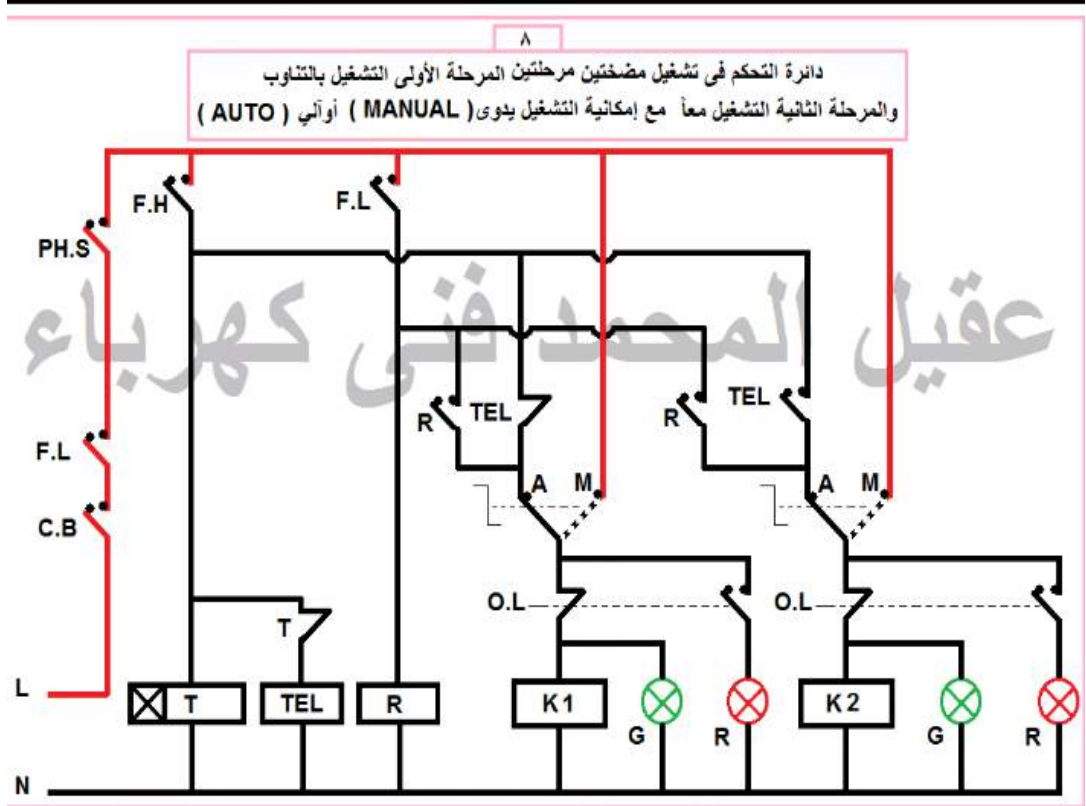


غالباً تستخدم منظومة في رفع المياه  
وهي عبارة عن 2 مضخة مياه ثري  
فاز و 3 عوامات ولوحة تحكم فيها كل  
الحمايات اللازمة لحماية المضخات  
والدائرة معا

تركب عوامتين في الخزان العلوي  
واحدة ادنى الخزان والاخرى في  
وسط الخزان

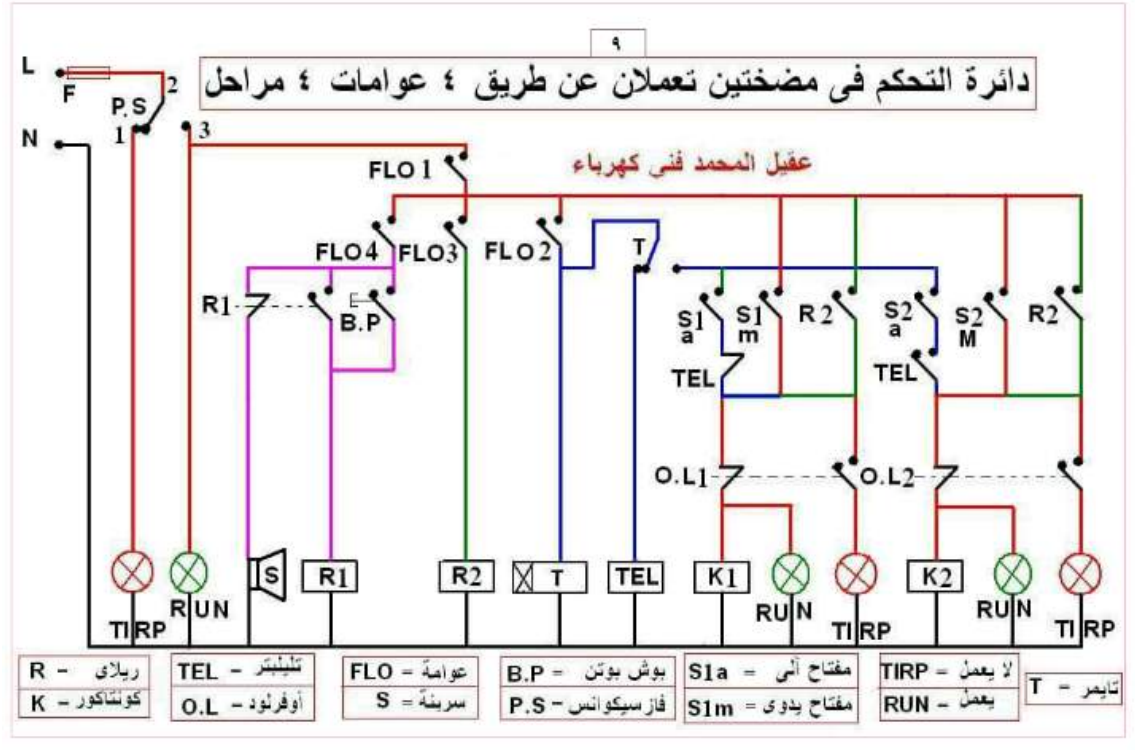
وتركب عوامة في الخزان السفلي  
طريقة عمل المنظومة في حال ان  
مستوى الماء في الخزان العلوي  
فوق النصف والخزان السفلي ممتلىء  
تعمل المضخات بالتناوب

واذا نزل مستوى الماء الى ادنى من  
وسط الخزان العلوي تعمل المضختان  
معاً حتى يرتفع الماء الى ما فوق  
الوسط وبعدها تعود المضخات الى  
العمل بالتناوب



ايضا تستخدم منظومة في رفع المياه  
من الجورة الفنية وهي عبارة عن  
2 مضخة ثري فاز غاطستين و  
4 عوامات وسريينة (جرس) ولوحة  
تحكم فيها كل الحماليات اللازمة  
لحماية المضخات والدائرة معا

# تركب العوامات على اربع مستويات



- 1- تركيب العوامة الاولى ادنى الجورة فوق مستوى المضخات مباشرة
- 2- تركيب العوامة الثانية فوق مستوى العوامة الاولى وتقدر المسافة بينهما حسب حجم الجورة

3-تركب العوامة الثالثة فوق مستوى

العوامة الثانية

ايضا تقدر المسافة بينهما حسب حجم

الجورة

4-تركب العوامة الرابعة اعلى

الجورة دون مستوى الطوفان

طريقة عمل المنظومة

في حال ان المياه على مستوى

العوامة الثانية تعمل المضخات

بالتناوب

فاذا ارتفع منسوب المياه الى العوامة

الثالثة تعمل المضختان معا حتى

ينزل مستوى الماء الى مستوى

العوامة الاولى فتعود المضخات  
للعمل بالتناوب

فاذا ارتفع منسوب المياه الى مستوى  
العوامة الرابعة تشتغل سرينة  
(جرس) انذار

واذا نزل مستوى المياه الى مستوى  
العوامة الاولى تفصل الدائرة لكي لا  
تعمل المضخات على الناشف

# الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة التحكم

● ريليه تحديد مستوى الماء او مانع

الدوران على الناشف Liquid

Level relay

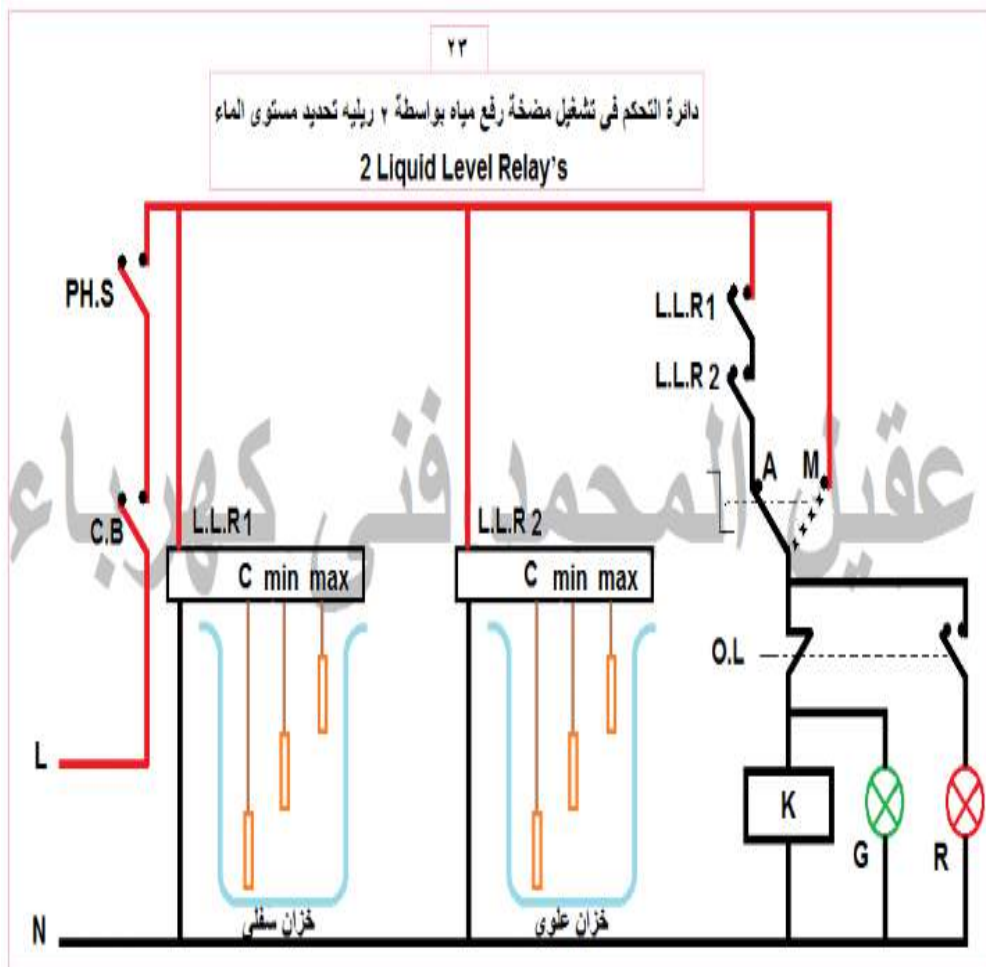




هو عبارة عن ريليه يتحسس مستوى الماء

له استعمالين :

1-تحديد مستوى الماء في الخزان في التعبئة والتفريغ الالي لخزانات المياه

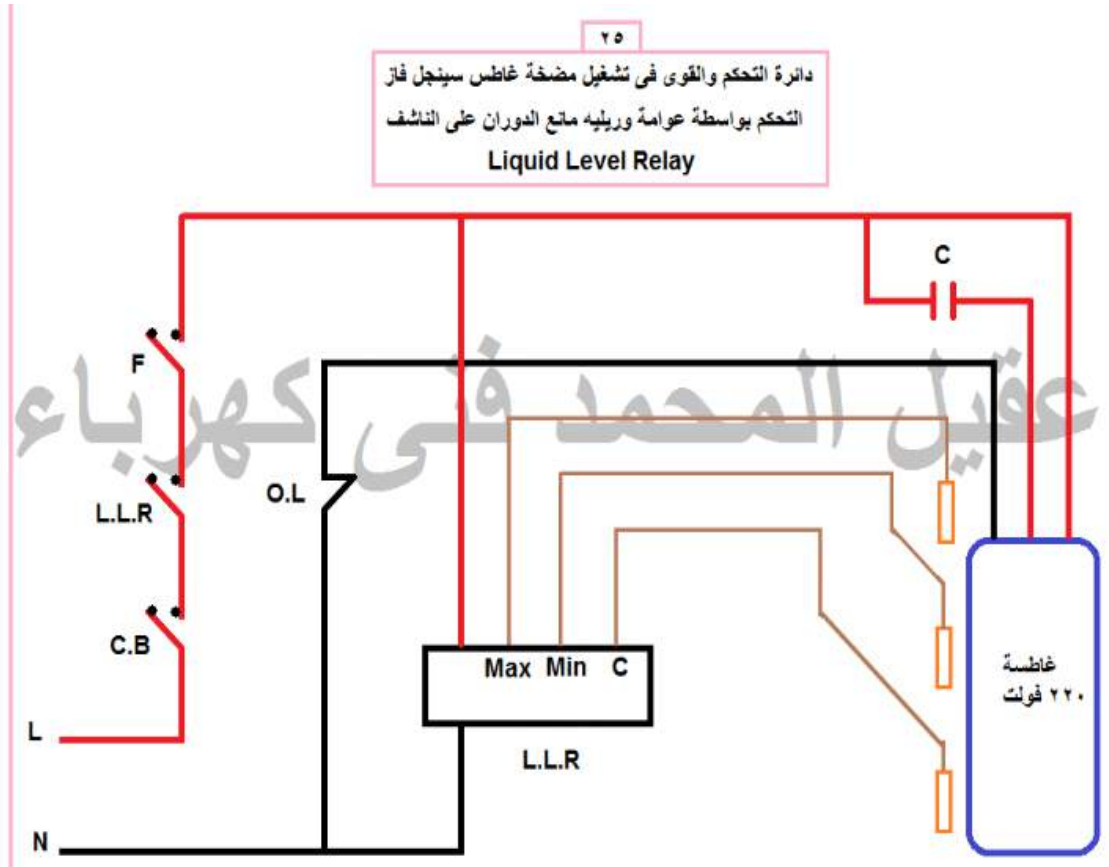


## 2- حماية المضخة الغاطسة من

الدوران على الناشف

عند انخفاض مستوى الماء عن جسم

الغاطسة



## مكوناته:

1- ثلاث حساسات (الكتروود) مشترك  
C ادنى مستوى Min اعلى مستوى  
Max

2- ملف تشغيل جهد 220v

3- نقطة تلامس قلاب مشترك  
COM مفتوحة NO مغلقة NC

4- رينج لزيادة الحساسية



## طريقة التركيب:

تركب الحساسات الثلاث

(الالكترود) على ثلاث مستويات في  
الخزان او البئر

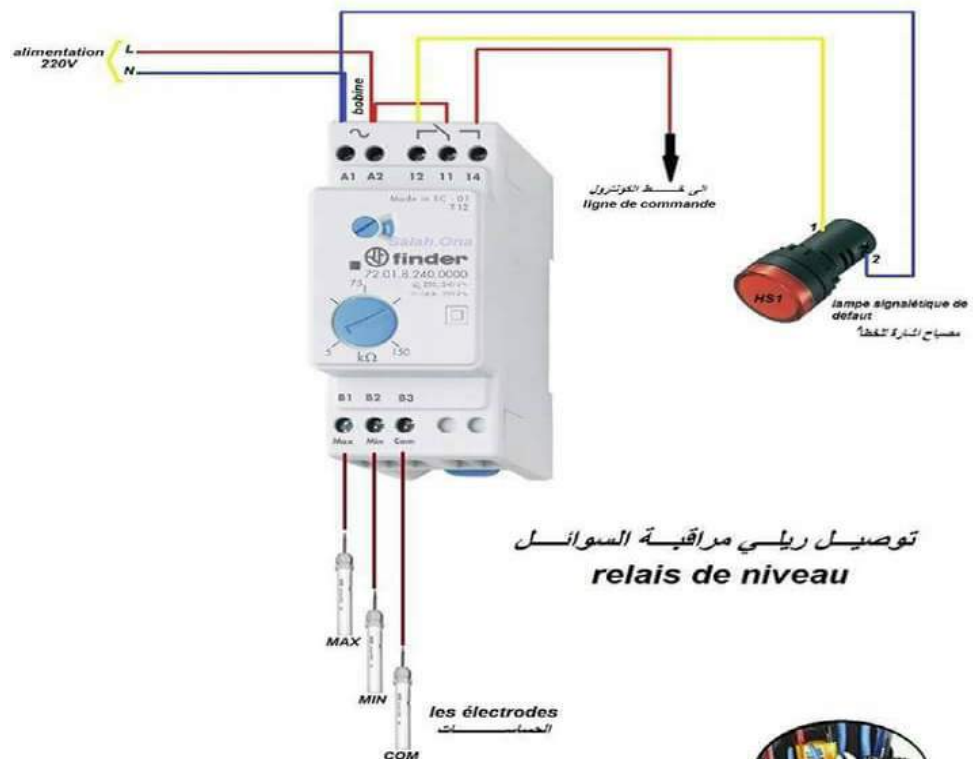
ا-يركب الحساس C اسفل الخزان او  
البئر ويربط الى جسم الخزان او الى  
ارث

ب-يركب الحساس Min ادنى  
مستوى للماء في

الخزان او البئر فوق مستوى  
الحساس C بقليل

ج-يركب الحساس Max اعلى  
مستوى للماء في الخزان او البئر

وتوصل الحساسات الى مكانها  
المناسب في الريليه  
يوصل مصدر تغذية 220v الى ملف  
الريليه A1 وA2  
يوصل فاز الى نقطة التلامس  
المشتركة وتوصل النقاط المغلقة  
NC والمفتوحة NOتوالي في دائرة  
التحكم



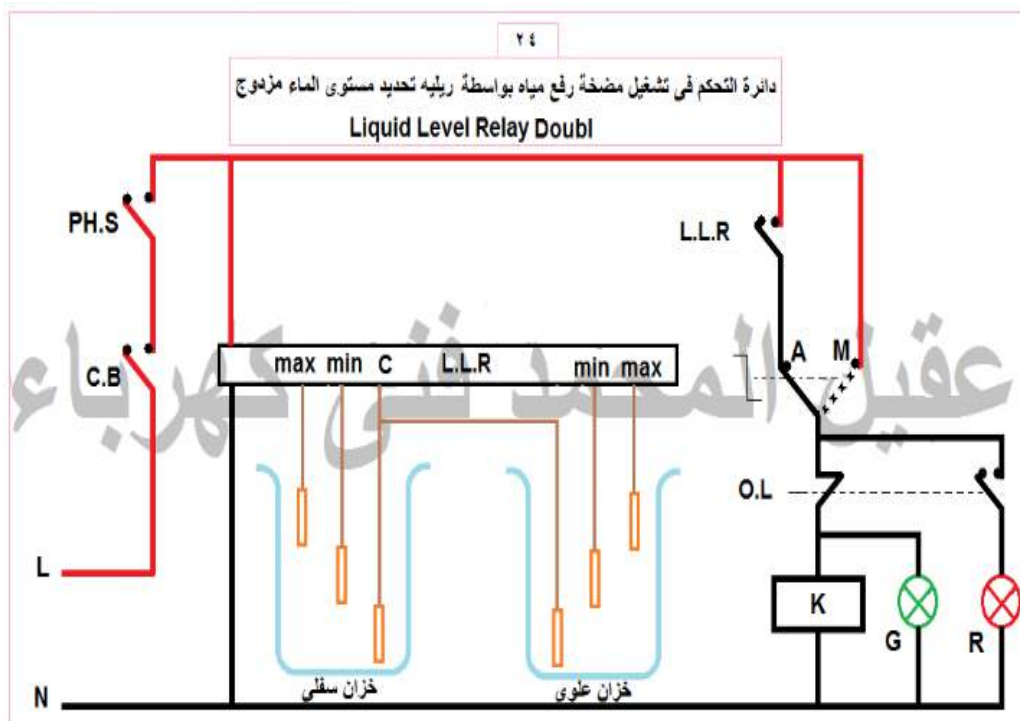
## مبدأ عمل الريليه:

يبدل الريليه نقاط التلامس كلما تغيرت المقاومة بين الالكترود المغمور والالكترود الغير مغمور يتم اختيار نقط التلامس حسب الحالة فاذا كان خزان سفلي او بئر يتم اختيار النقطة المغلقة NC عندما يكون مستوى الماء يغمر الثلاث حساسات (الالكترود)

فاذا وصل مستوى الماء الى مستوى الحساس الثاني يبدل الريليه وضع نقاطه ويفصل دائرة التحكم

وإذا كان خزان علوي يتم اختيار  
النقطة المفتوحة NO عندما يكون  
مستوى الماء يغمر الثلاث حساسات  
(الالكترود)

فاذا وصل الماء الى مستوى الحساس  
الثاني يبدل الريليه وضع نقاطه  
ويوصل دائرة التحكم  
يوجد نوع من الريليه يوصل اليه ست  
حساسات (الالكترود) تركيب ثلاثة في  
الخزان العلوي وتركيب ثلاثة في  
الخزان السفلي او البئر ويقوم بتشغيل  
واطفاء المضخة اتوماتيكيا حسب  
حالة مستوى الماء في الخزانات

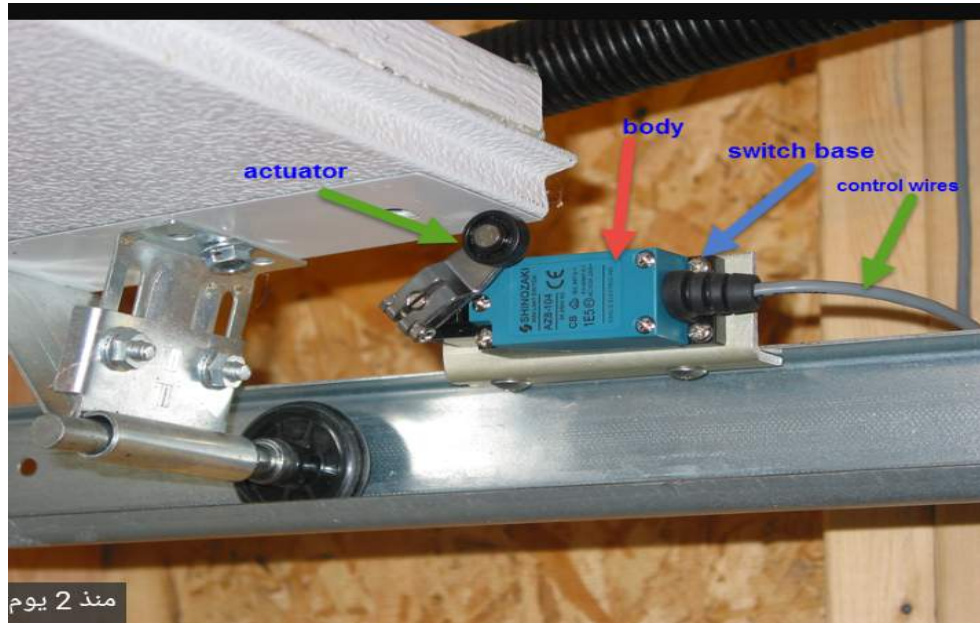




# الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة التحكم

● مفتاح نهاية المشوار او الشوط

## Limit Switch

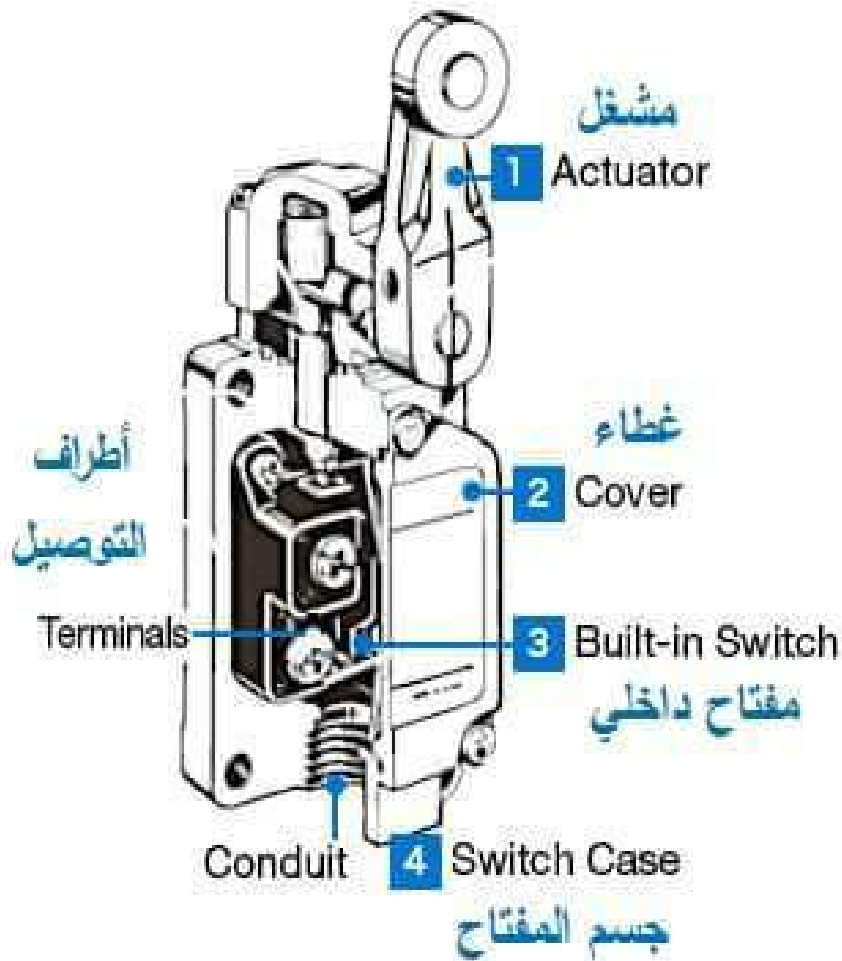


مفتاح نهاية المشوار: هو مفتاح يشابه  
المفتاح العادي بوش بوتن ( Push

# Button Switch (الفرق بينهما ان

المفتاح العادي بوش بوتن يعمل من خلال الضغط عليه باليد ومفتاح نهاية المشوار يعمل من خلال الضغط عليه من خلال الحمل الميكانيكي

يتكون مفتاح نهاية المشوار من:



## 1-المشغل الميكانيكي Actuator

وهو الجزء الذي يصطدم به الحمل الميكانيكي مثل: كابينة المصعد او منتج ما على سير كهربى وغيره مما يؤدي الى الضغط على نقاط التوصيل وتغيير وضعها وغالبا يكون مزود بسوسته ليرجع الى وضعه الطبيعي بعد ابتعاد الحمل الميكانيكي الضاغط عليه

## 2-الراس Head هذا الجزء العلوي

من المفتاح يحتوى المشغل الميكانيكي ويقوم بنقل اشارة الحركة

منه الى نقاط التوصيل

### 3-نقاط التلامس Contacts

مجموعة من نقاط التوصيل مغلقة

NC او مفتوحة NO او الاثنين معا

### 4- اطراف التوصيل Terminals

وهي مكان تركيب اسلاك التحكم

الواصلة بنقاط التوصيل

### 5- الجسم Body وهو جسم مفتاح

نهاية المشوار ويحتوي جميع اجزائه

وعادة يكون من البلاستيك المقوى او

المعدن

### 6- قاعدة المفتاح Switch Base

قاعدة مفتاح نهاية المشوار وتحتوي

على مسامير ربط لتثبيتته  
تختلف انواعه حسب نوع وشكل  
المشغل الميكانيكي ويقسم الى ثلاثة  
اقسام:



1-مفتاح نهاية المشوار الصلب  
الدوار Solid Rotary Limit  
Switch وهنا يكون المشغل

الميكانيكي عبارة عن عمود صلب  
موجود اعلى المفتاح وعند تحركه  
يغير وضع نقاط التوصيل وهو  
نوعين :

One -يتحرك في اتجاه واحد  
Direction

Bi -يتحرك في اتجاهين  
Direction



## 2-مفتاح نهاية المشوار الزر القصير

### Top Push Limit Switch

وهنا يكون المشغل الميكانيكي عبارة  
عن زر قصير موجود اعلى المفتاح  
وعند الضغط عليه تتبدل اوضاع نقاط  
التوصيل



3-مفتاح نهاية المشوار العصا  
المتذبذبة Wobble Stick Limit  
Switch او مفتاح نهاية المشوار  
شوارب القط Cat Whisker  
Limit Switch

وهو عبارة عن ذراع طويل ورفيع  
مصنوع من سلك مرن جدا يمكن ان  
يتحرك في اي اتجاه بكل مرونة يقوم  
بتبديل نقاط التوصيل





## مميزاته:

- مقاوم للعوامل البيئية السيئة و التلوث

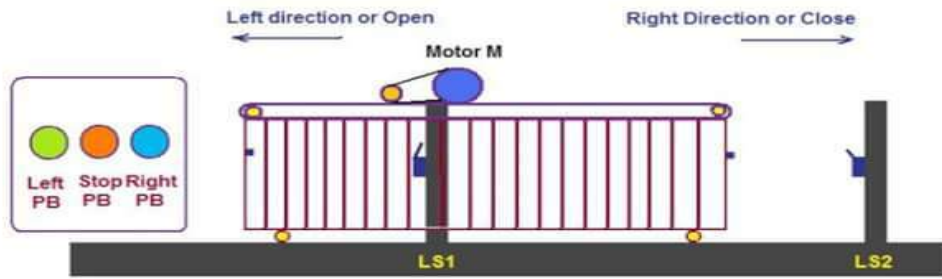
-لا يتأثر بالمجالات المغناطيسية المحيطة حيث انه مفتاح ميكانيكي ولا يحتوي على اي ملفات او دوائر الكترونية

-لا يحتاج الى مصدر جهد كهربى

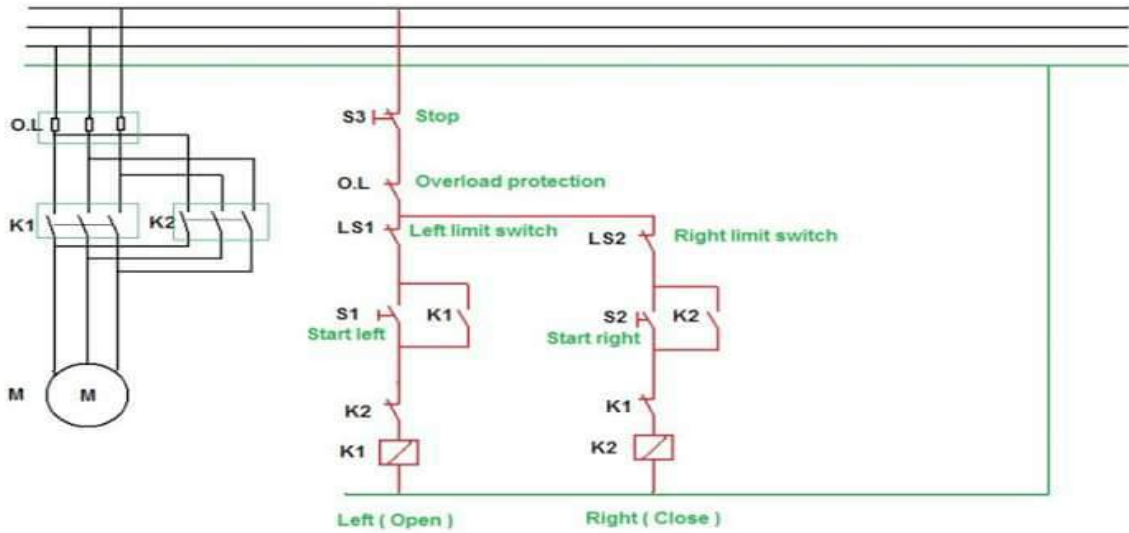
## عيوبه:

وجود اجزاء ميكانيكية به تتلف بعد فترة مما يقلل من العمر الافتراضى للمفتاح

يستخدم مفتاح نهاية المشوار في عدة تطبيقات منها الروافع و المصاعد و خطوط الانتاج وفي بوابات مواقف السيارات و غيرها كثير



تمودج لياح معنني لأحد المصانع يتحرك إلى اليمين للفتح وإلى الشمال للفتح عن طريق محرك كهربوي ٣ فاز حيث يتم التشغيل عن طريق ثلاثة مفاتيح أحدها للفتح والآخر للفتح والثالث للتوقف حيث أنه عند الضغط على الفتح فإن الباب يفتح ولا يتوقف إلا بأحد شرطين أو كليهما إما الضغط على مفتاح التوقف أو الوصول إلى مفتاح الحد النهائي للفتح وعند الضغط على مفتاح الغلق يغلئ الباب بحيث لا يتوقف إلا بالضغط على مفتاح التوقف أو الوصول للحد النهائي للفتح  
 Right start -> S2 , Left start -> S1 , Stop -> S3 , Right limit switch -> LS2 , Left limit switch -> LS1



الوسائل الخارجية المساعدة في  
دائرة التحكم

## ● الحساس التقاربي Proximity Sensor

الحساس التقاربي: هو حساس متطور  
يقوم بوظيفة مفتاح نهاية الشوط وهو  
عبارة عن جزء الكتروني تتغير  
وضع نقاطه الكهربائية عند مرور  
او ثبات جزء مادي (معدن - ورق -  
كرتون - زجاج وغيره) امامه بدون  
تلامس بين الجزء الميكانيكي  
المتحرك وهذا الحساس



وهو نوعان:

1-الحساس التقاربي الحثي

inductive proximity  
sensor

2-الحساس التقاربي السعوي

capactive proximity

sensor

يوجد تشابه ويوجد اختلاف بين  
الحساسين فلذلك يرجى الانتباه و  
التركيز

نبدأ اولاً بشرح

**الحساس التقاربي الحثي:**

يستخدم في تحديد المواد المعدنية فقط

عند اقترابها منه بمسافة معينة

من اهم مميزاته انه يتأثر بدرجة

بسيطة بالرطوبة والأتربة والزيوت

التي تتواجد بكثرة في المصانع

## مكوناته:

1- رأس الحساس وله حالتين :

ا-مغطى بطبقة رقيقة من المعدن

shielded يستشعر المواد القادمة

من الامام فقط

ب-غير مغطى unshielded

يستشعر المواد من الامام ومن

الجوانب



2-مولد الفيض المغناطيسي

inductive وهي عبارة عن

وشيعتين كمبدأ المحولة

3-دائرة المذبذب oscillator وهي

عبارة عن دائرة طنين تولد امواج

ترددية لتهيئة الاشارة لدخولها الى

المضخم كونها صغيرة

4-مضخم الاشارة trigger

circuit detector يضخم الا

شارة الضعيفة الاتية من المذبذب

وهو الجزء المخصص في ملاحظة

التغير في المجال المغناطيسي

5-نقاط خرج الحساس solid

state output وتكون نقاط

تلامس اما مفتوحة NO او

مغلقة NC او الاثنين معا مفتوحة NO

ومغلقة NC

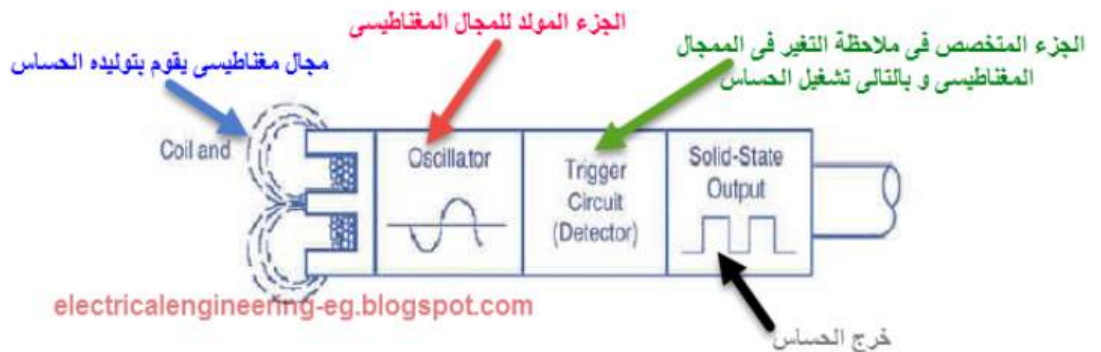


فكرة عمله:

يقوم الحساس التقاربي الحثي بتوليد



مجال مغناطيسي بقيمة معينة و عند اقتراب مادة معدنية من الحساس يتولد بها تيارات دوامية eddy current فيؤدي ذلك الى حدوث فقد في الطاقة وبالتالي تقل قيمة المجال المغناطيسي وهنا يأتي دور كاشف الدائرة trigger circuit detector الذي يقوم بملاحظة التغير في قيمة المجال المغناطيسي ويقوم بتغيير وضع النقاط في الحساس



Inductive Proximity Sensor

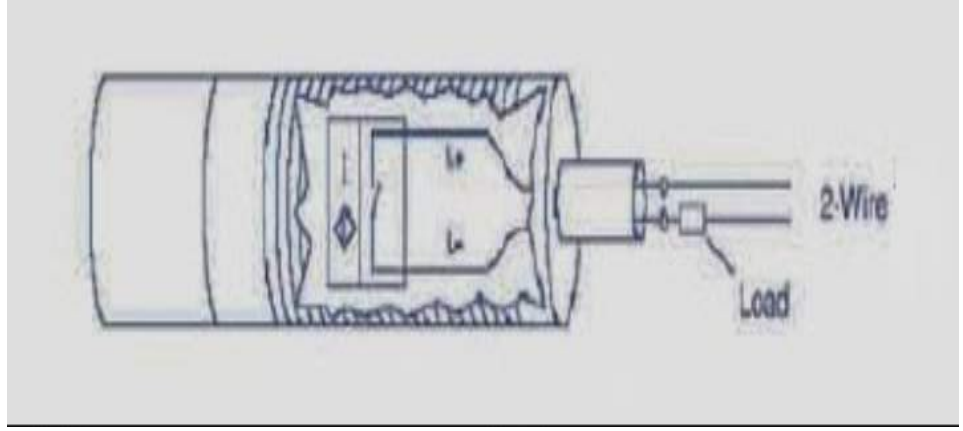
## كيفية توصيل الحساس التقاربي الحتي:

يعمل الحساس التقاربي الحثي على  
جهد متردد 220v او 110v او  
60v

او على جهد مستمر 24 v وهو الا  
شهر او 12v

وهو من حيث الخرج نوعان:

اولا اذا كان خرج الحساس سلكين يتم  
توصيل سلك بمصدر التغذية و  
الطرف الاخر بالحمل الذي سوف  
يتحكم به الحساس مثلا كونتاكتور  
اور يليه



ثانيا: اذا كان خرج الحساس ثلاثة

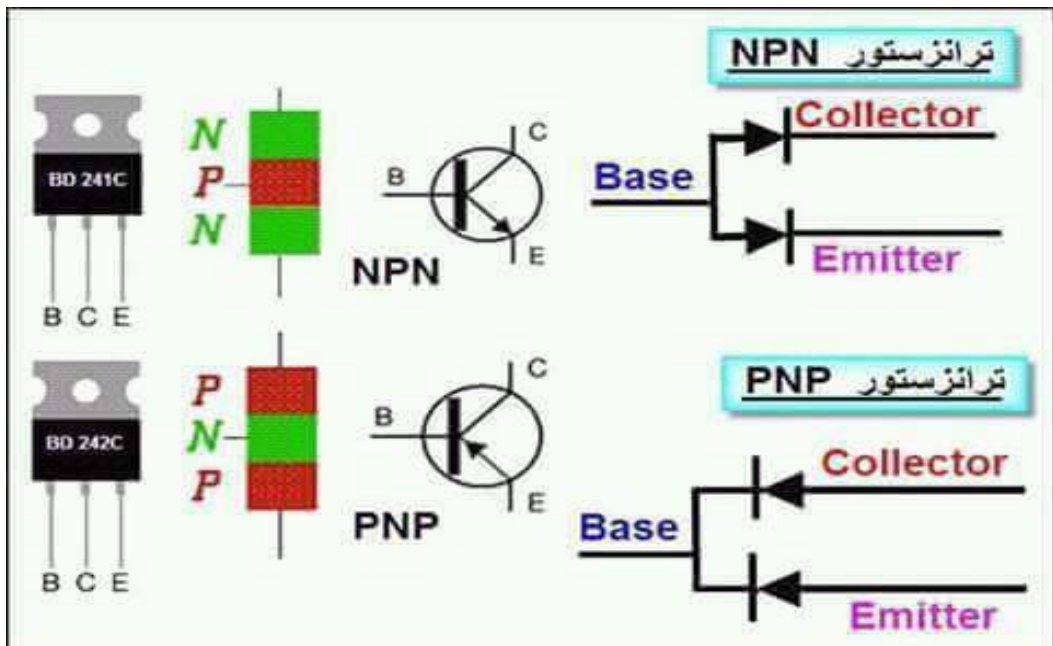
اسلاك يوجد منه نوعان:

النوع الاول pnp اي يحتوي على

ترانزستور من النوع pnp

النوع الثاني npn اي يحتوي على

ترانزستور npn



وفي النوعين غالبا يكون الوان الا  
طراف الثلاثة هم:

سلك بني اللون ويتم توصيله بالجهد  
الموجب للمصدر

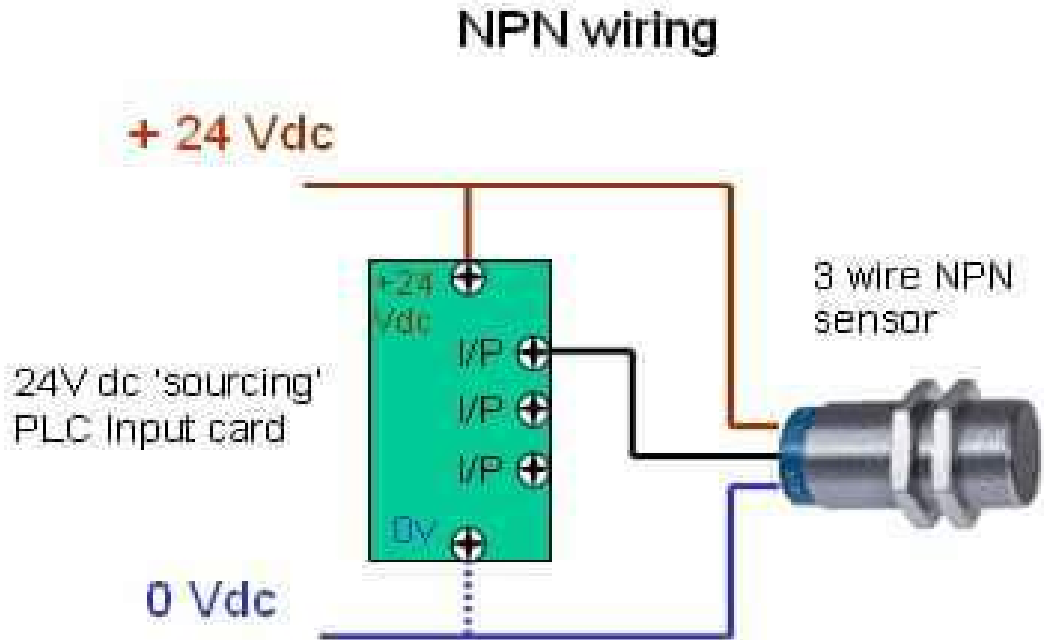
سلك ازرق اللون يتم توصيله بالجهد  
السالبي للمصدر

سلك اسود اللون يتم توصيله بالحمل  
المراد التحكم به كونتاكتور مثلا

3 wire NPN wiring

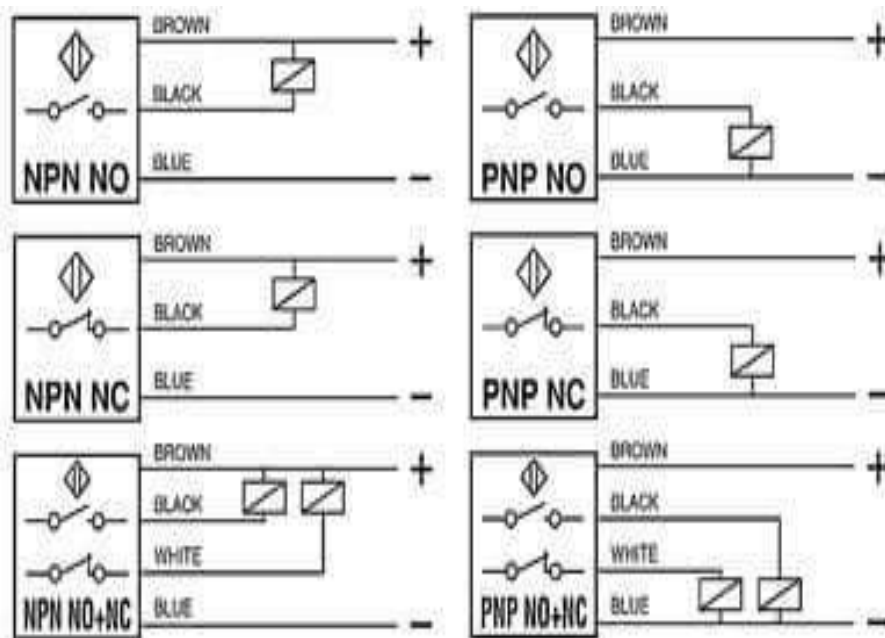
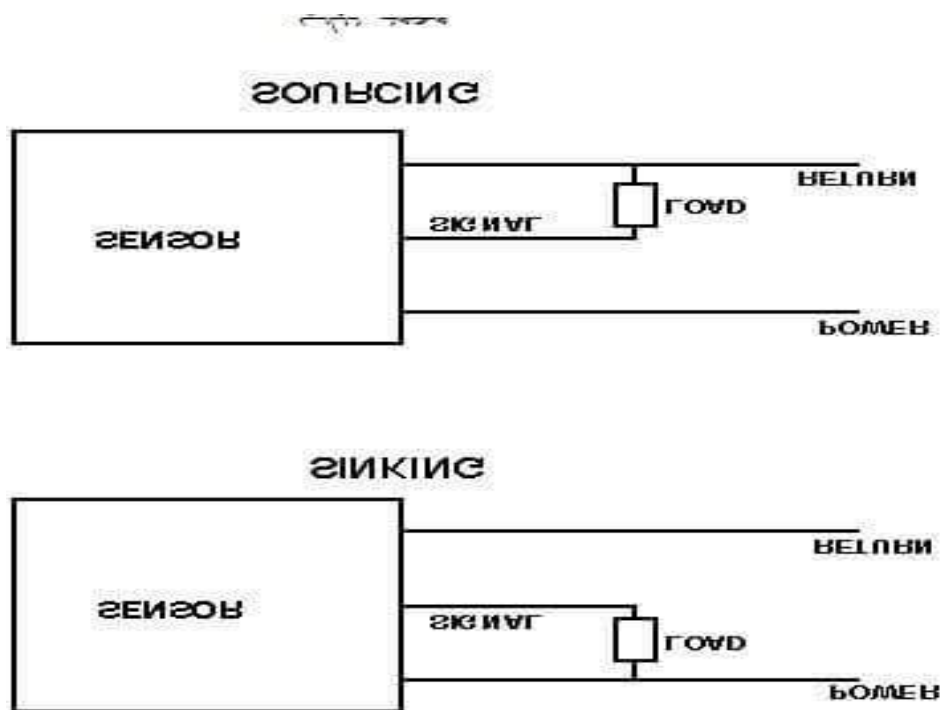


# او الى دخل plc



ويجب ان يكون جهد كويل  
الكونتكتور نفس جهد المصدر  
ويوصل الطرف الاخر للحمل حسب  
نوع الحساس  
اذا كان pnp يوصل الى الجهد  
السالب للمصدر

# وإذا كان نوع الحساس npn يوصل الى الجهد الموجب للمصدر



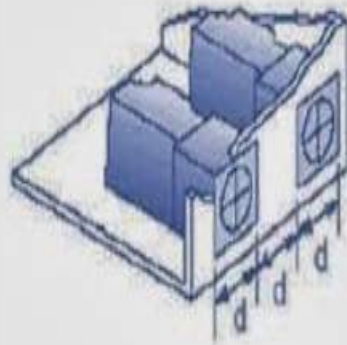
تنبيه: عند تثبيت اكثر من حساس  
على سطح معدني واحد يجب مراعاة  
وجود مسافة معينة بين الحساسات  
حتى لا تتداخل المجالات المغناطيسية  
المولدة من كل حساس

تختلف المسافة بحسب نوع الحساس  
من حيث الرأس

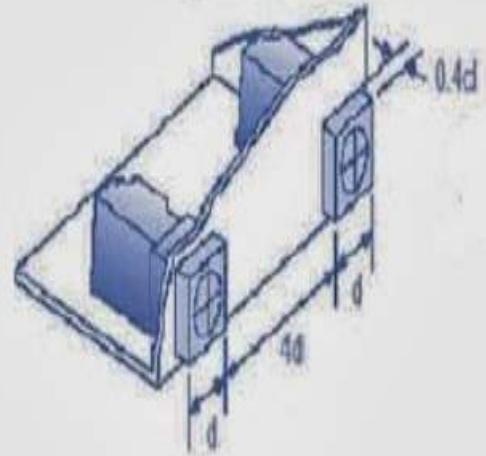
اذا كان من نوع الرأس المغطى  
shielded يمكن تقريب المسافة

اذا كان من نوع الرأس الغير  
مغطى unshielded

تكون المسافة ابعد لانه يتحسس من  
الجوانب ايضا



shielded type



un shielded type

قطر الحساس : d

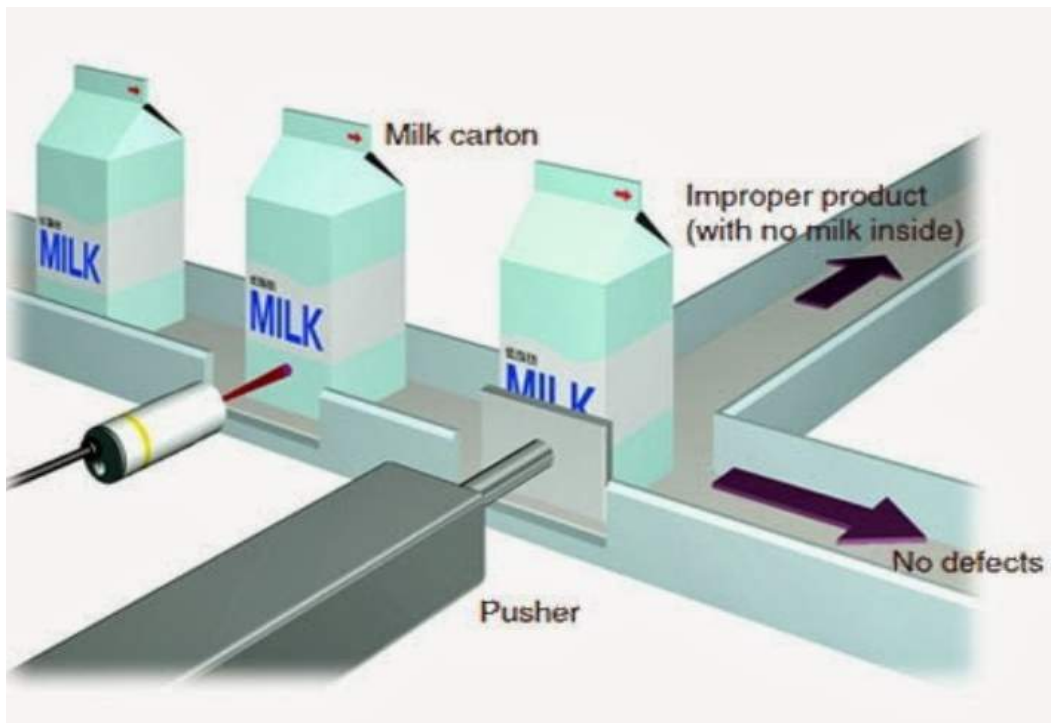


النوع الثاني من الحساس التقاربي:

● الحساس التقاربي السعوي

capactive proximity  
sensor

يستخدم في تحديد جميع المواد معدنية  
وغير معدنية ولكنه بالأخص للمواد  
الغير معدنية كالورق والزجاج وايضا  
يحس بالسوائل



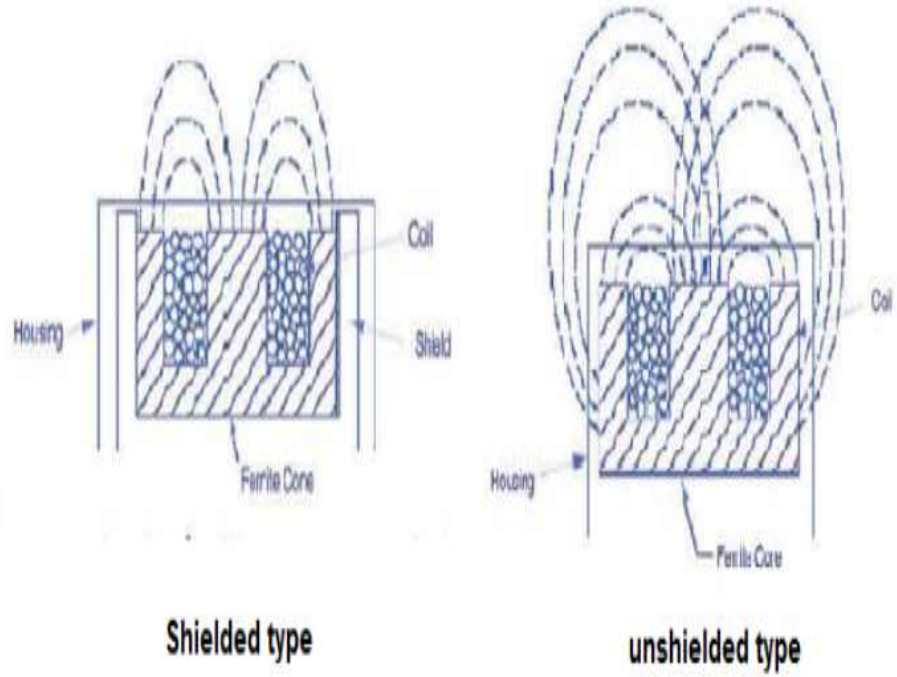
من اهم عيوبه يتأثر بدرجة كبيرة  
بالرطوبة والزيوت والأتربة  
الموجودة في المصانع  
مكوناته:

1- رأس الحساس وله حالتين :

ا-مغطى بطبقة رقيقة من المعدن  
shielded يستشعر المواد القادمة  
من الامام فقط

ب-غير مغطى unshielded  
يستشعر المواد من الامام ومن  
الجوانب



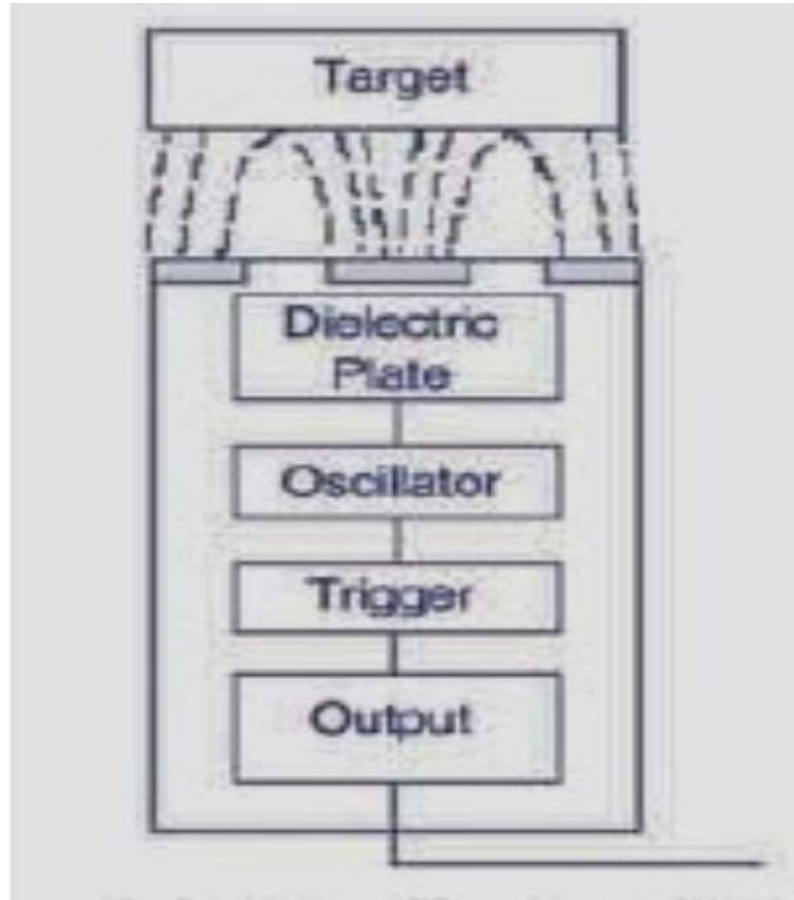


2-مولد المجال الكهربى  
dielectric يقوم بتوليد مجال  
كهربى

3-دائرة المذبذب oscillator وهى  
عبارة عن دائرة طنين تولد امواج  
ترددية لتهيئة الاشارة لدخولها الى  
المضخم كونها صغيرة

4-مضخم الاشارة trigger

circuit detector يضخم الا  
شارة الضعيفة الاتية من المذبذب  
وهو الجزء المخصص في ملاحظة  
التغير في المجال المغناطيسي  
5-نقاط خرج الحساس solid  
state output وتكون نقاط تلا  
مس اما مفتوحة NO او مغلقة NC او ا  
لاثنين معا مفتوحة NO ومغلقة NC



## فكرة عمله:

تعتمد فكرة عمل الحساس التقاربي السعوي على توليد مجال كهربى **ielectric field** وعندما يقع اى جسم ما (معدن -سائل-اى مادة) يحدث زيادة فى السعة **capacitance** فى دائرة مولد الذبذبة **oscillator** وهنا يأتى دور كاشف الدائرة **trigger circuit detector** الذى يقوم بملاحظة التغير فى قيمة المجال الكهربى ويقوم بتغيير وضع النقاط فى الحساس

## كيفية توصيل الحساس التقاربي السعوي:

يعمل الحساس التقاربي السعوي على  
جهد متردد  $220v$  او  $110v$  او  
 $60v$

او على جهد مستمر  $24 v$  وهو الا  
شهر او  $12v$

وهو من حيث الخرج نوعان:

اولا اذا كان خرج الحساس سلكين يتم  
توصيل سلك بمصدر التغذية و  
الطرف الاخر بالحمل الذي سوف  
يتحكم به الحساس مثلا كونتاكتور  
اور يليه

ثانيا: اذا كان خرج الحساس ثلاثة

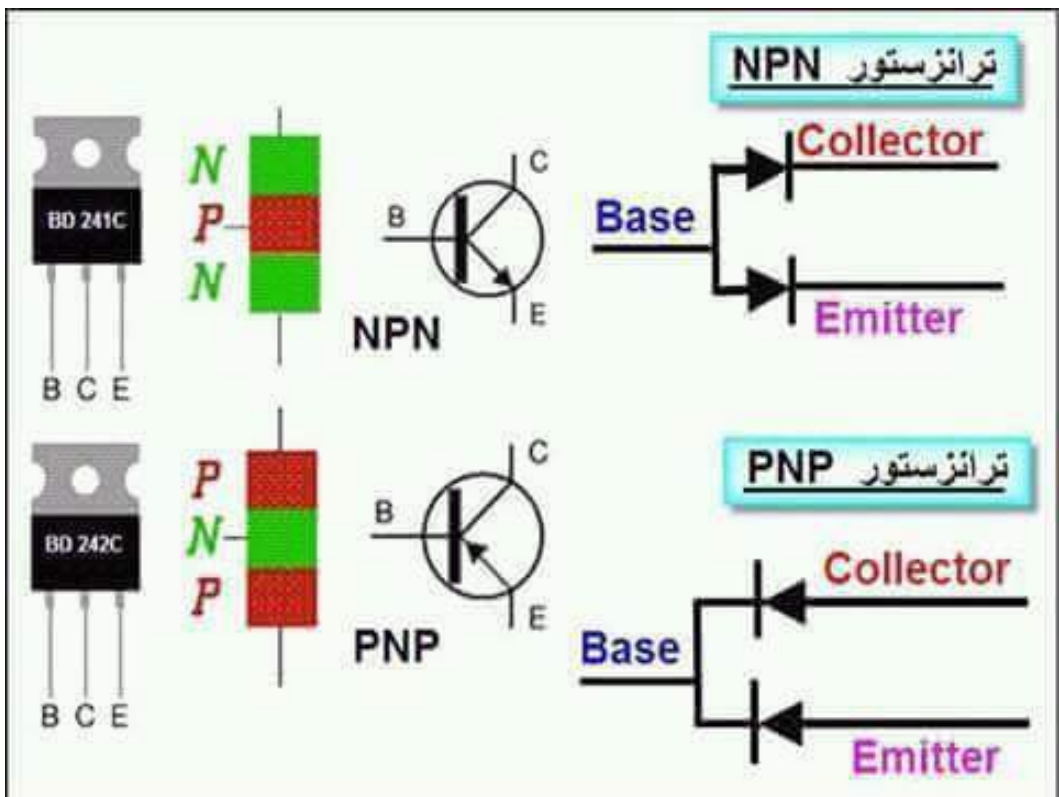
اسلاك يوجد منه نوعان:

النوع الاول pnp اي يحتوي على

ترانزستور من النوع pnp

النوع الثاني npn اي يحتوي على

ترانزستور npn



وفي النوعين غالبا يكون الوان الا  
طراف الثلاثة هم:

سلك بني اللون ويتم توصيله بالجهد  
الموجب للمصدر

سلك ازرق اللون يتم توصيله بالجهد  
السالب للمصدر

سلك اسود اللون يتم توصيله بالحمل  
المراد التحكم به كونتاكتور مثلا او  
دخل plc ويجب ان يكون جهد كويل  
الكونتاكتور نفس جهد المصدر

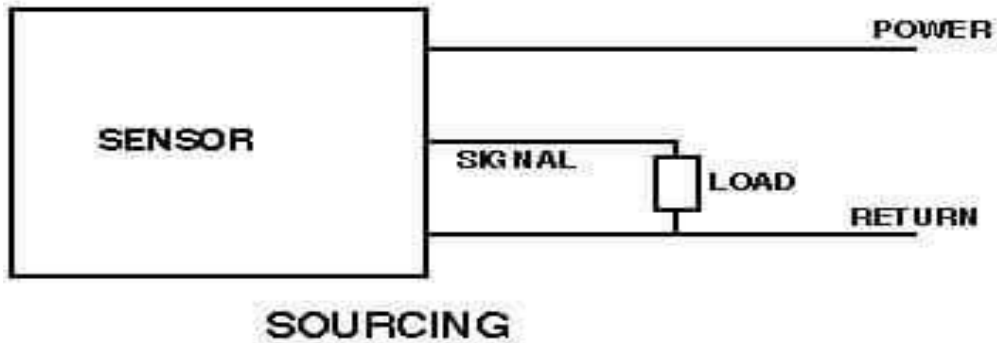
ويوصل الطرف الاخر للحمل حسب  
نوع الحساس

اذا كان pnp يوصل الى الجهد



السالب للمصدر

وإذا كان نوع الحساس npn يوصل  
الى الجهد الموجب للمصدر



تنبيه : عند تركيب اكثر من

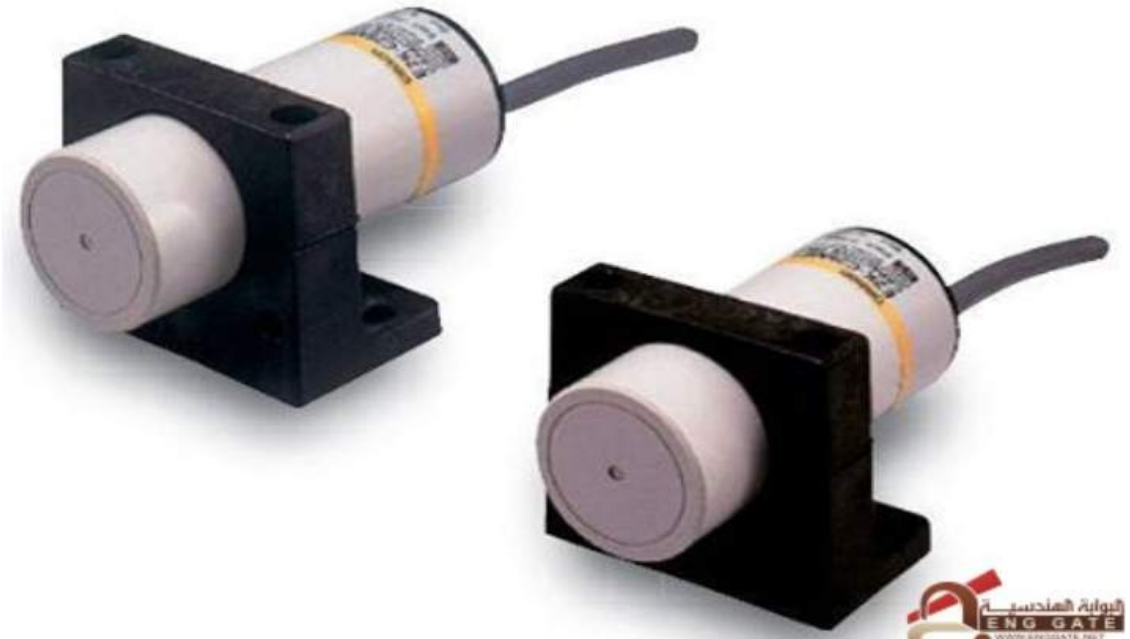
حساس على سطح معدني واحد يجب  
مراعاة وجود مسافة معينة بين  
الحساسات حتى لا تتداخل المجالات

الكهربية المولدة من كل حساس  
تختلف المسافة بحسب نوع الحساس  
من حيث الرأس

اذا كان من نوع الرأس المغطى  
shielded يمكن تقريب المسافة

اذا كان من نوع الرأس الغير  
مغطى unshielded

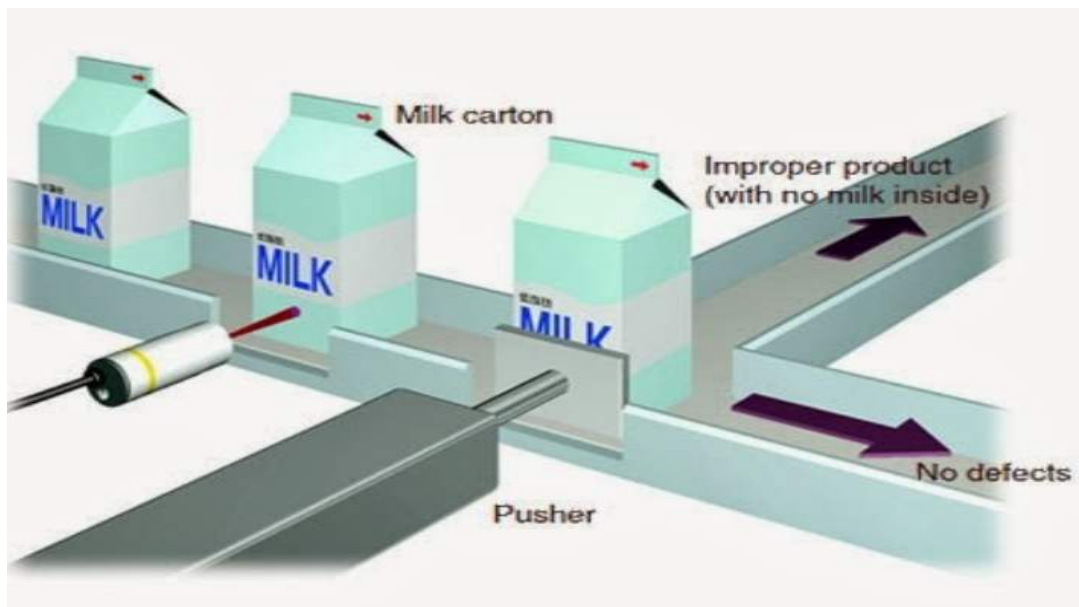
تكون المسافة ابعد لانه يتحسس من  
الجوانب ايضا

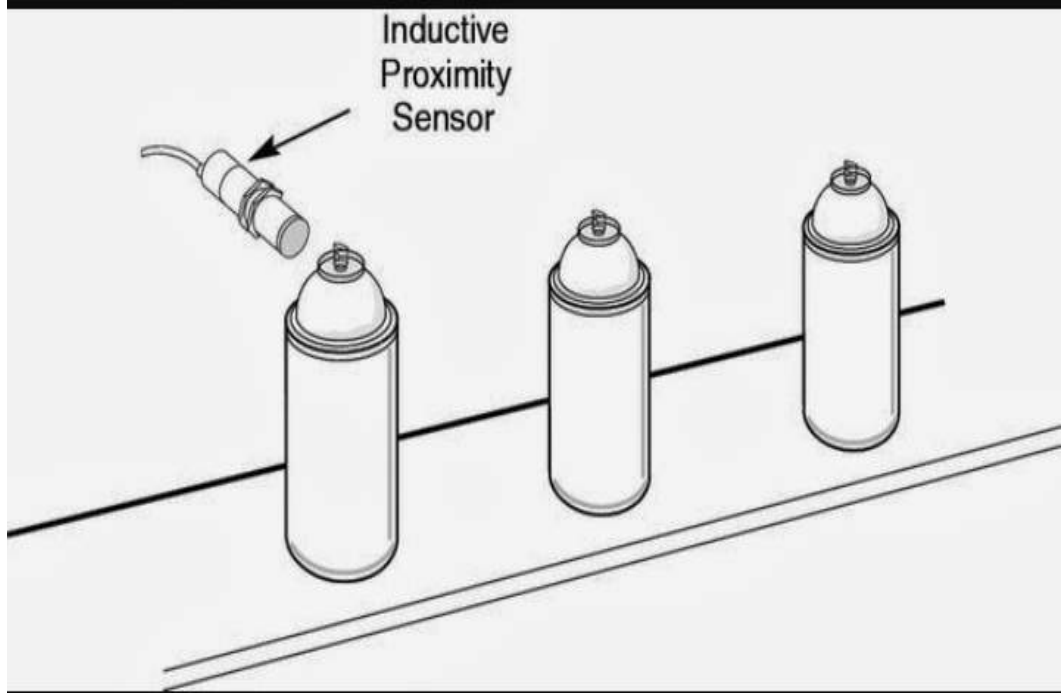


●العوامل التي يجب توافرها عند

اختيار الحساس التقاربي :

1-نوع الحساس التقاربي من حيث  
المادة التي يراد الاحساس بها فان  
كانت معدنية يتم اختيار حساس  
تقاربي حثي **inductive** وان كانت  
غير معدنية مثل ورق او زجاج او  
سائل يتم اختيار حساس تقاربي  
سعوي **capactive**





## 2-مسافة الحس sensing

distance وهي اقصى مسافة

يستطيع الحساس من خلالها الا

حساس بالمادة ويغير من وضع نقاطه

وتعتمد على عدة عوامل منها: نوع

المادة وحجمها فكلما زاد الحجم زادت

مسافة الحس والعكس صحيح فلا بد

قبل شراء الحساس تحديد المادة التي

سيقوم الاحساس بها وما ثابت العزل  
الخاص بها

3- زمن الاستجابة response

time وهو الزمن الذي يستغرقه

الحساس في تغيير وضع نقاطه عند

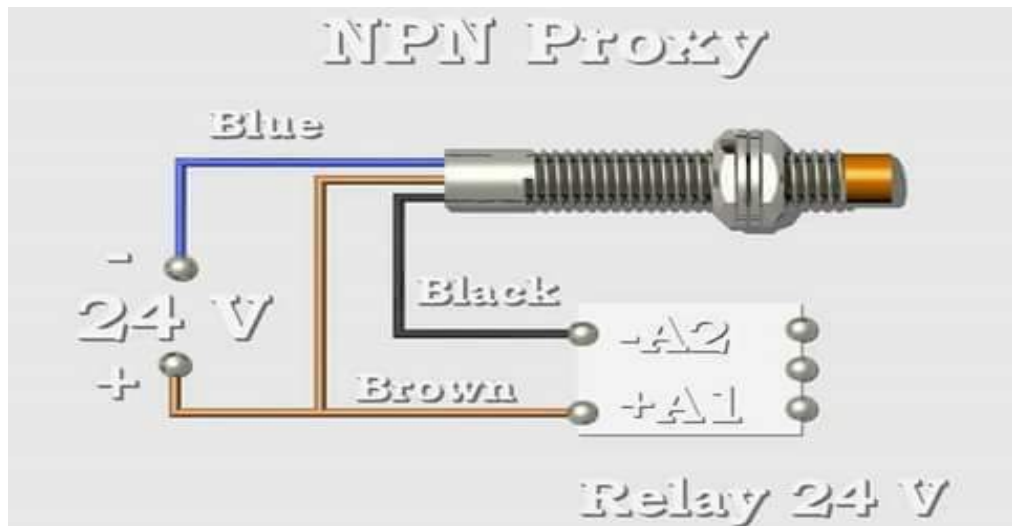
اقتراب مادة ما من نطاق عمله

4- مصدر التغذية power supply

الذي سيعمل عليه الحساس اذ يجب

تحديد قيمته ونوعه جهد مستمر dc

ام جهد متردد ac



## 5-درجة الحرارة temperature

التي يمكن للحساس ان يتحملها  
ودرجة حرارة المكان الذي سيوضع  
به الحساس حيث ان هناك حساسات  
تتحمل حتى 60 درجة مئوية واخرى  
تتحمل لغاية 90 درجة مئوية

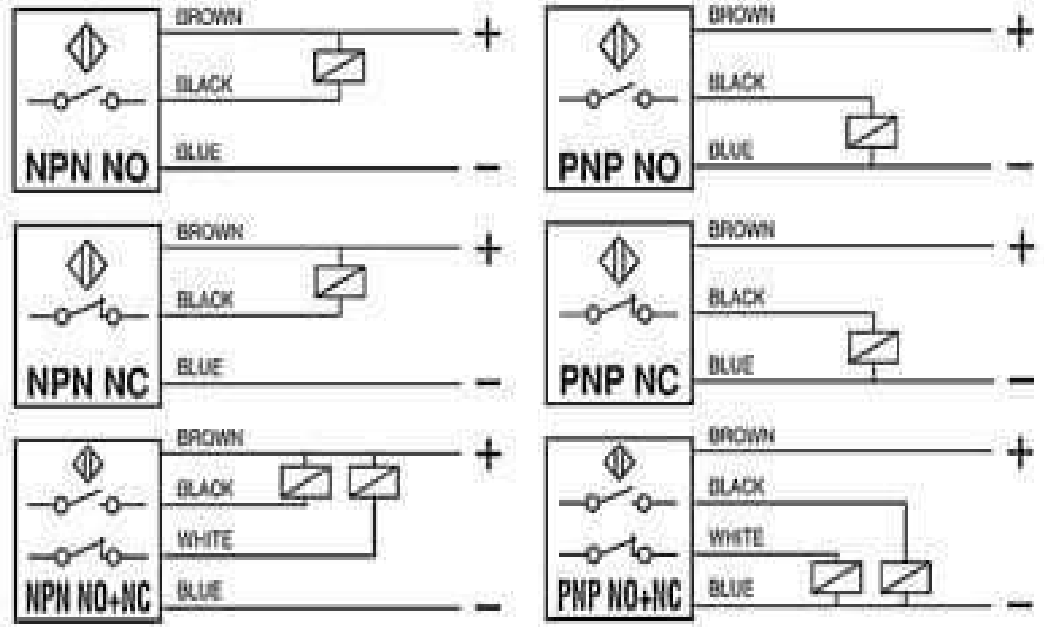
## 6-درجة الحماية ip code الرمز

الخاص بالحساس والذي يوضح  
درجة حماية الحساس من الرطوبة وا  
لاثرية والزيوت وغيرها

## 7-نقاط التلامس contacts اذا

يجب تحديد النقطة المراد استخدامها  
هل هي مفتوحة NO ام مغلقة NC ام

## الاثنين معا مفتوحة ومغلقة



8-نوع الحساس من حيث الراس اذا

يجب تحديد النوع هل هو

unshielded ام shielded

اذ ان النوع shielded يحتوي على

طبقة معدنية رفيعة تغطي الجزء

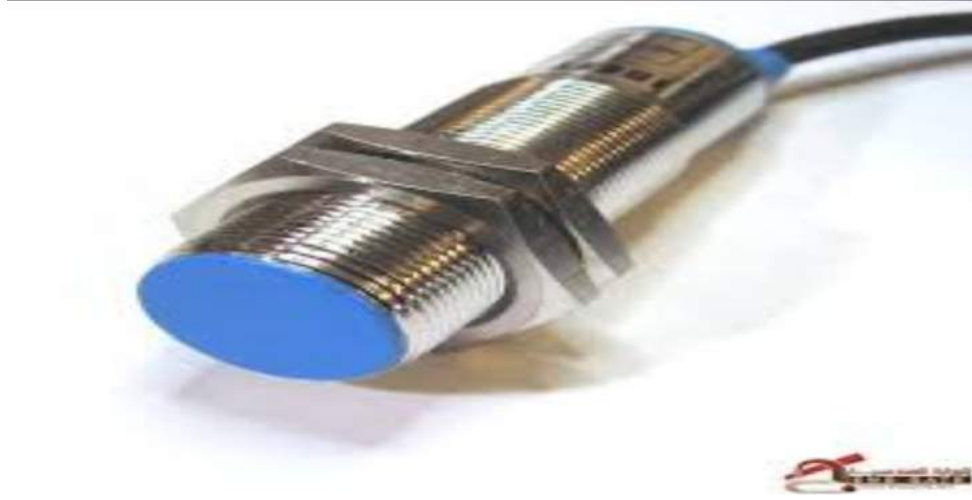
المسؤول عن توليد المجال المغناطيسي

او الكهربي فيعمل ذلك على تركيز  
المجال على وجه الحساس المقابل  
للمادة التي يراد الكشف عنها مما  
يؤدي الى زيادة دقته والمميز بهذا  
الحساس انه يمكن وضعه على اي  
سطح معدني دون خوف من تاثير  
السطح المعدني على عملية كشف  
المواد

اما النوع unshielded فلا يحتوي  
على هذه الطبقة المعدنية فيكون  
المجال غير مركز على وجه الحساس





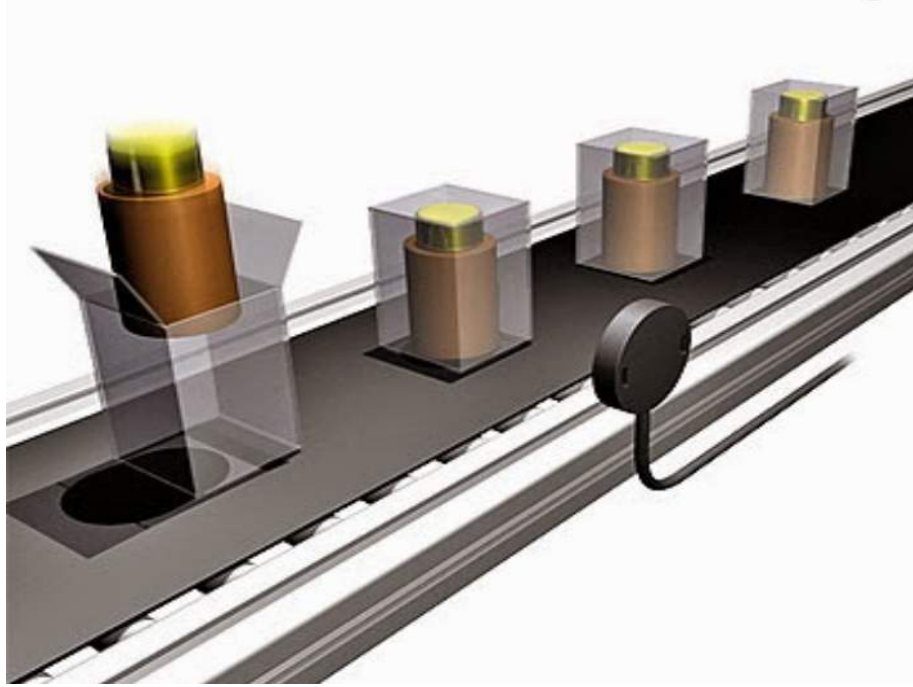


9-مراعاة ثابت العزل للمادة وهي اما

سماحية **permittivity** وهي  
استجابة المواد للحقل الكهربائي

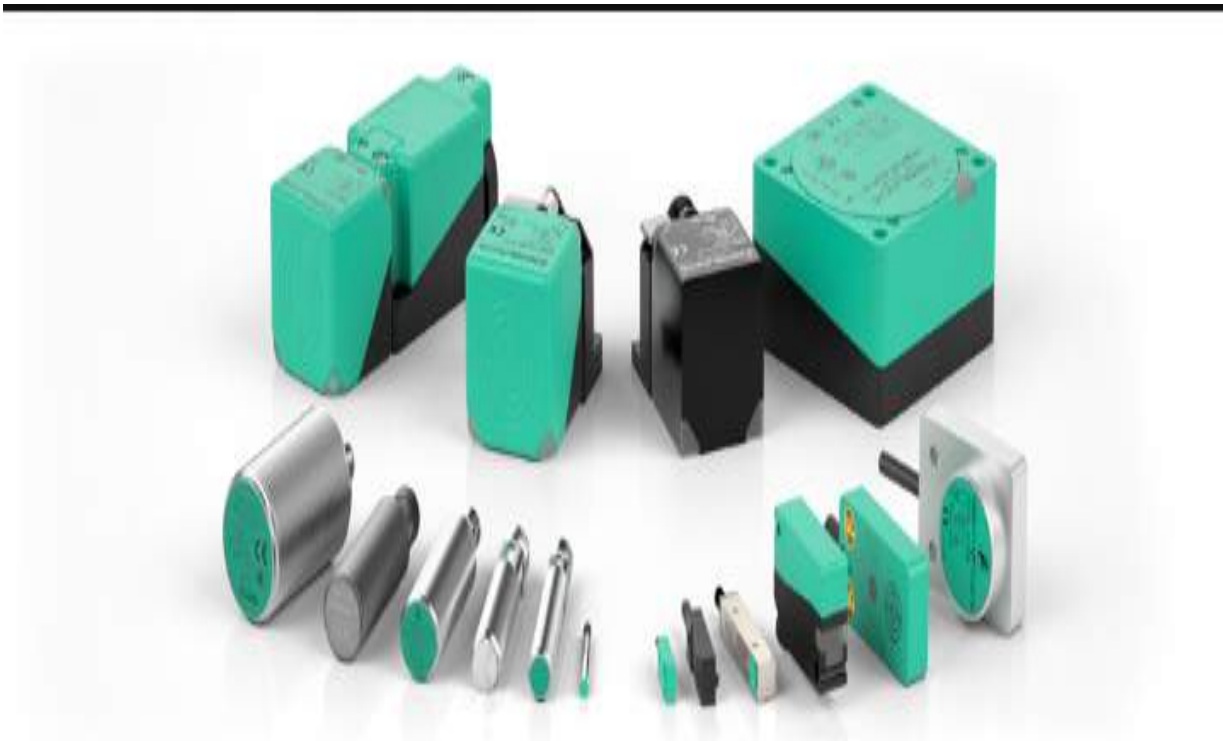
نفاذية **permeability** وهي  
استجابة المواد للحقل المغناطيسي

اذا يجب ان تكون المادة المراد الا  
حساس بها ثابت العزل الخاص بها  
اكبر من ثابت العزل الموضوع به  
المادة



## 10- من حيث الحجم و

الشكل الهندسي : اذا ان هناك احجام  
مستديرة تبدأ من 5ملم لغاية 32 ملم  
مرورا ب 24ملم وهو اشهرها ومن  
حيث الشكل الهندسي فمنه ما هو  
مستطيل ومنه ما مربع ويوجد اشكال  
هندسية اخرى



الوسائل

الخارجية المساعدة في دائرة التحكم

● الحساسات الضوئية optical

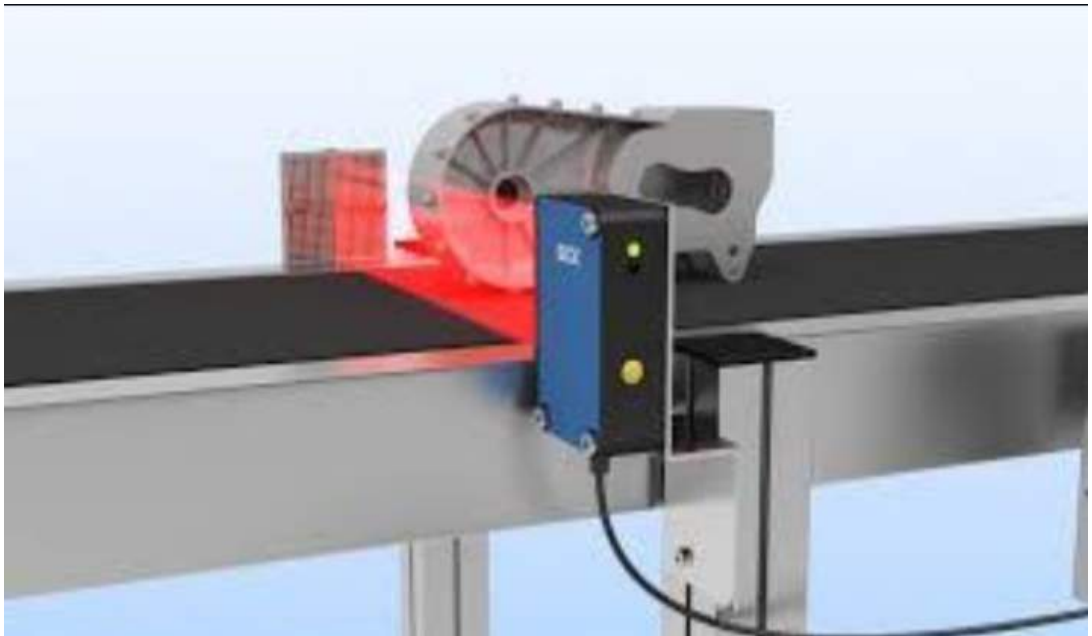
sensors

تتميز الحساسات الضوئية عن  
الحساسات التقاربية بمدى التشغيل  
الكبير الذي يتراوح ما بين عدة  
مليمترات الى عدة امتار كما انها  
تعمل مع اي نوع من الاجسام سواء  
كانت عازلة كهربيا او موصلة  
كهربيا

## فكرة عملها:

تستخدم الحساسات الضوئية حزمة من الضوء لكشف الأجسام التي تعترض أو تعكس حزمة الضوء، فيؤمن المنبع الضوئي حزمة الضوء وتقوم عناصر التحسس الضوئية بكشف (تحسس) وجود أو غياب الضوء الصادر عن المنبع، هناك انواع كثيرة من الحساسات الضوئية نذكر اهمها:

# 1- الحساسات العاكسة reflective sensors

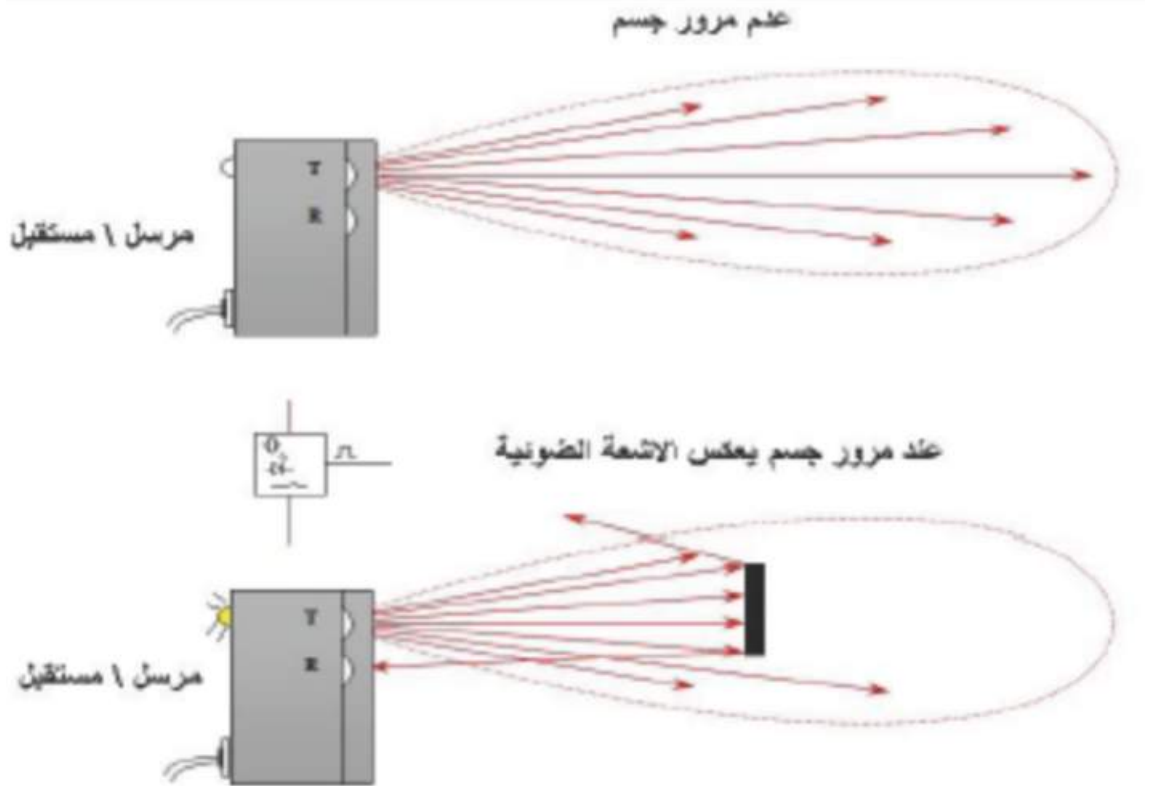


وتتألف من مرسل trans mitter  
و مستقبل receiver مجتمعين في  
نفس الجهاز ويركب في المقابل  
سطح عاكس ،يقوم المرسل بإرسال  
اشعة تحت الحمراء ،فيرتد عن  
الجسم العاكس، ويعود إلى المستقبل  
الذي يتحسسها ، فاذا مر جسم غريب  
بين الخلية و السطح العاكس فان الا  
شعة تحت الحمراء لن ترتد مرة  
اخرى الى المستقبل وهنا يغير وضع  
نقاط تلامس الخلية

يستخدم بكثرة في عمليات العد ،  
وتحديد السرعة بأنواعها المختلفة

اقصى مسافة بين الخلية والسطح  
العاكس عشرة امتار

## 2-الحساسات الارتدادية rebound sensors



شكل (18-1) الحساسات العاكسة

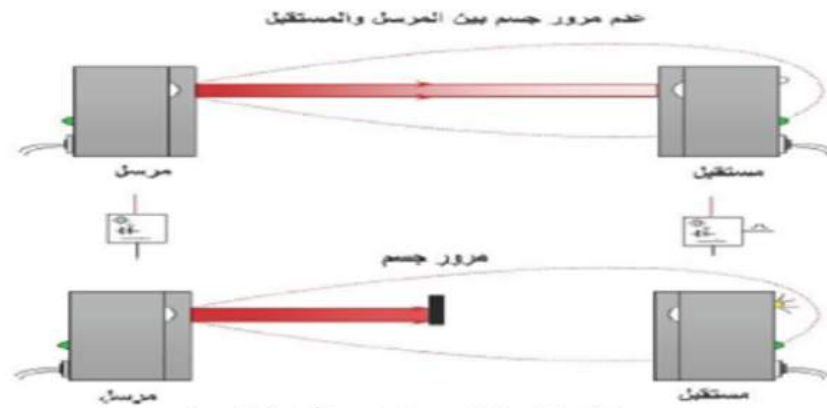


تتألف من مرسل trans mitter  
ومستقبل receiver في جهاز واحد  
بحيث ان المرسل يرسل اشعة فوق  
البنفسجية و عندما يمر جسم غريب  
تصطدم به هذه الاشعة فترتد الى  
المستقبل فيغير وضع نقاط التلامس  
في الخلية

يستخدم لاكتشاف الاجسام الشفافة و  
العاكسة

اقصى مسافة بين الخلية والجسم ثلا  
ثون سنتيمتر

# 3- حساسات الأشعة البينية Intra ray sensors



شكل (19-1) حساسات الأشعة البينية

ويبين الشكل (20-1) للشعاع الضوئي بين المرسل والمستقبل :



الشكل (20-1) للشعاع الضوئي بين المرسل والمستقبل

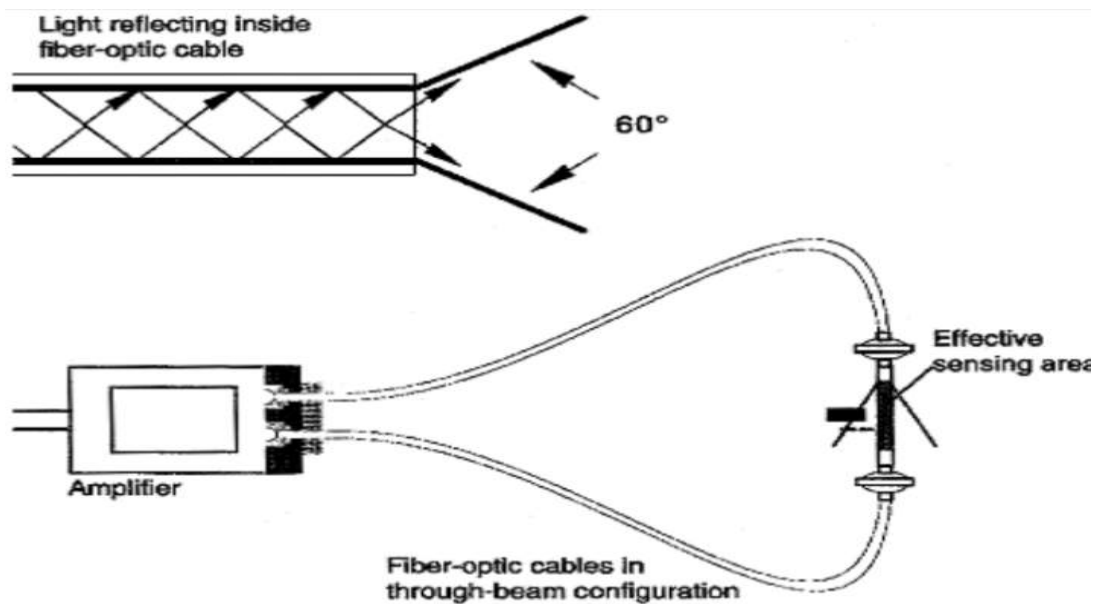


يتألف من مرسل trans mitter  
ومستقبل receiver يركبان بشكل  
متقابل يرسل المرسل اشعة بينية  
ويستقبلها المستقبل فاذا مر جسم  
غريب بينهما، قطع هذه الاشعة  
فيغير الحساس وضع نقاط التلامس  
يستخدم هذا النوع في عمليات  
التحكم بحركة الأبواب الجرارة  
وابواب المصاعد ،  
اقصى مسافة بين المرسل والمستقبل  
ثلاثون مترا



# 4- حساسات الألياف البصرية

## Fiber-optic sensors



وفيها يكون المرسل نفسه المستقبل ،  
وتكون كابلات الألياف البصرية  
مربوطة لكليهما ، حيث أن إحدى  
الكابلات موصل مع المرسل ، والآ  
خر موصل مع المستقبل .

وتكون هذه الكابلات مرنة وصغيرة  
جداً ، حيث يمر الضوء المنبعث من  
المرسل خلال الكبل ليخرج من  
الطرف الآخر من نهاية الكبل  
المتصل مع المستقبل الذي يتحسس  
الإشارة

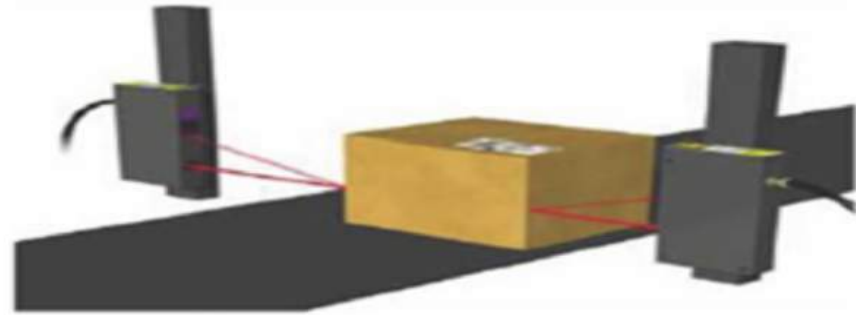
يستخدم هذا النوع لقياس الاجهاد  
ودرجة الحرارة والضغط ايضاً  
يستخدم في أنظمة الامن المتقدمة

لكشف التسلل

## 5- حساسات الليزر: laser sensors



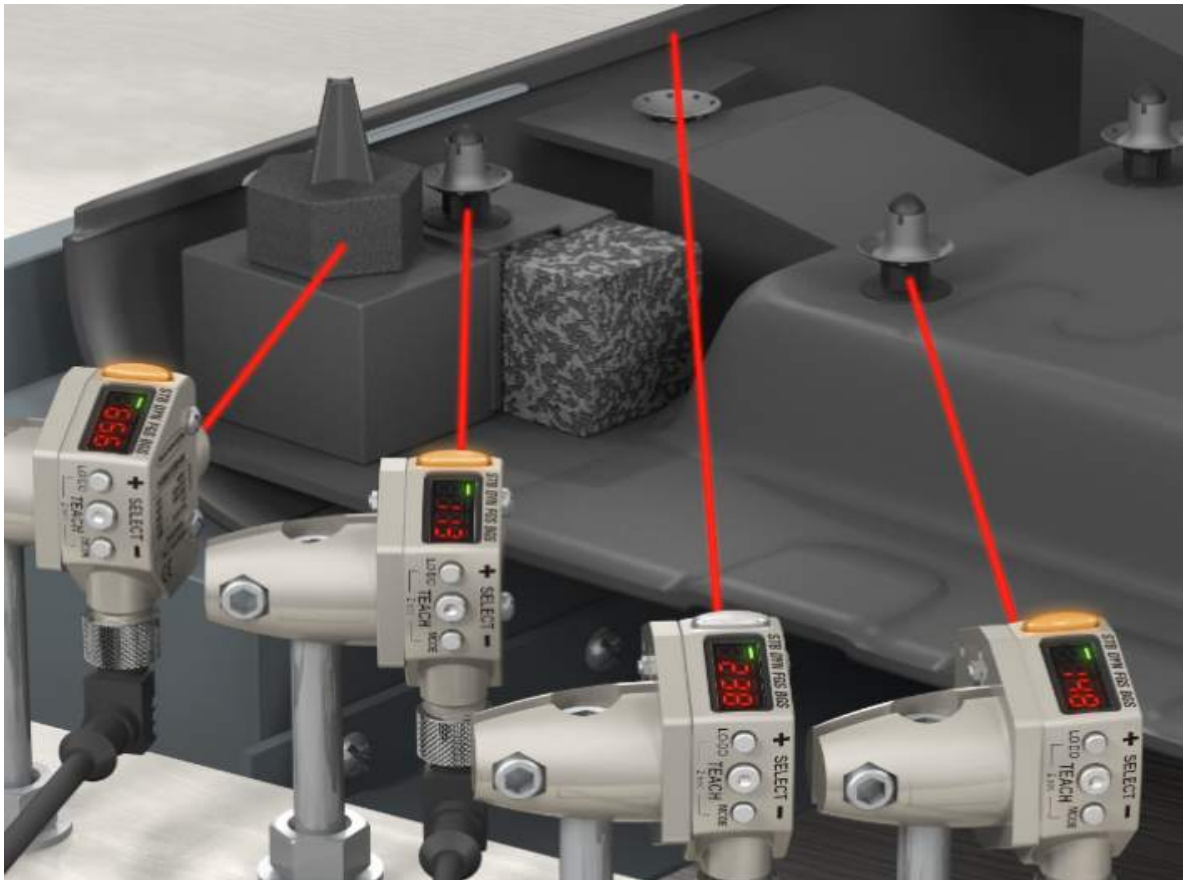
الشكل (21-1) حساسات الليزر



شكل (22-1) حساسات الليزر لحساب حجم المنتجات

يستخدم الليزر كمنبع للضوء في الحساسات الضوئية ، وتستخدم حساسات الليزر للحصول على دقة ع

الآلية في الفحص ، ويمكن أن يكون  
خرج هذه الحساسات تماثلي أو رقمي  
، ويستخدم الرقمي ليشير إلى فشل أو  
نجاح العملية و يستخدم التماثلي  
للإشارة إلى التغيرات ، وتسجيل  
القياسات الفعلية



الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

## الخلية الضوئية photovoltaic cell

هي عبارة عن جهاز يقوم بتشغيل الإ  
نارة في الليل و

إطفائها في النهار آليا. هذا الجهاز  
يخفض فاتورة الكهرباء ويساعد في  
ترشيد استهلاك الطاقة

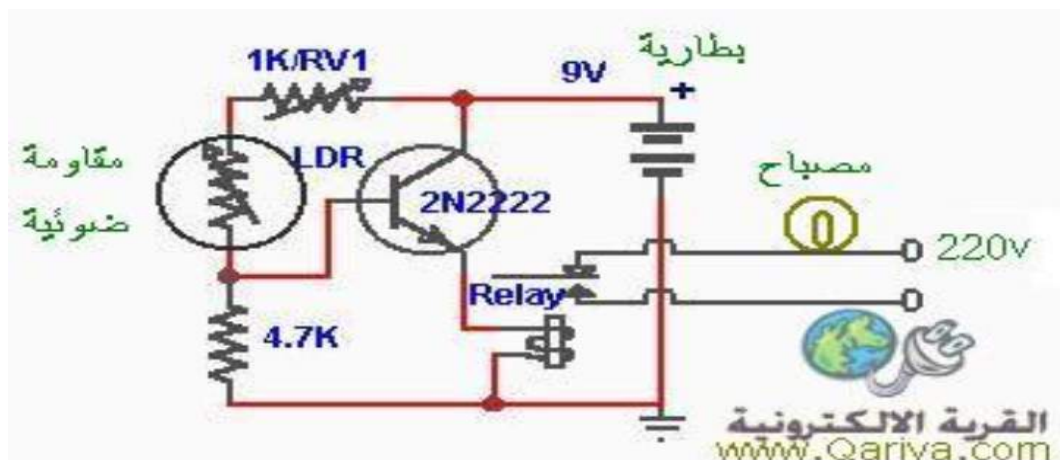




## فكرة عمله:

يحتوي الجهاز على مقاومة ضوئية (LDR) لقياس شدة الضوء في المحيط

المقاومة الضوئية هي عبارة عن مقاومة تتغير قيمتها اعتمادا على مقدار الضوء المسلط عليها ، فكلما زاد مقدار الضوء كلما زادت المقاومة حتى تصل الى مرحلة التغيير فتغير وضع نقاط التلامس في الجهاز



انواعه:

وهو نوعين:

نوع على شكل جهاز يركب في  
الخارج بحيث تصل اليه اشعة الشمس  
مباشرتا وبعيدا عن الانارة التي يتحكم  
بها لكي لا يتأثر بها

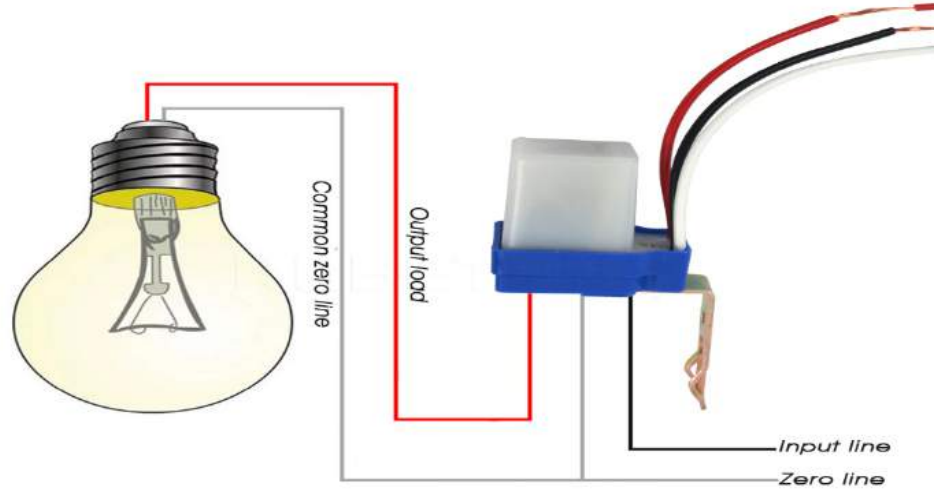


يحتوي على مقاومة ضوئية ريلية  
صغير ذو تلامسات تتحمل اقصى  
تيار 10 امبير

فان كان تيار الحمل اكبر من ذلك  
يركب كونتاكور مع الجهاز  
يقوم الجهاز بتشغيل الكونتاكتور  
ويقوم الكونتاكتور بتمرير التيار الى  
الحمل عبر تلامساته الرئيسية



## طريقة توصيل النوع الاول:



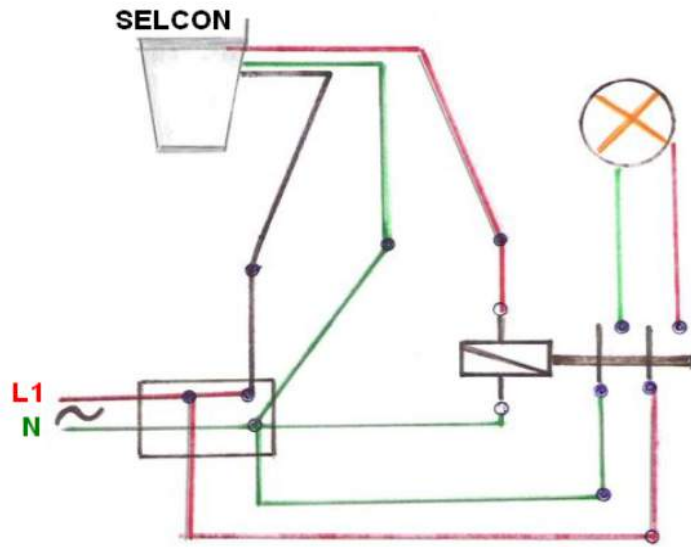
يحتوي الجهاز على 3 أسلاك (أحمر, أبيض, أسود)

السلك الأبيض هو المشترك يتم ربطه بمصدر التغذية النيوترال (المتعادل) و طرف من المصباح او طرف ملف الكونتكتور

السلك الأحمر يتم ربطه إلى الطرف ا

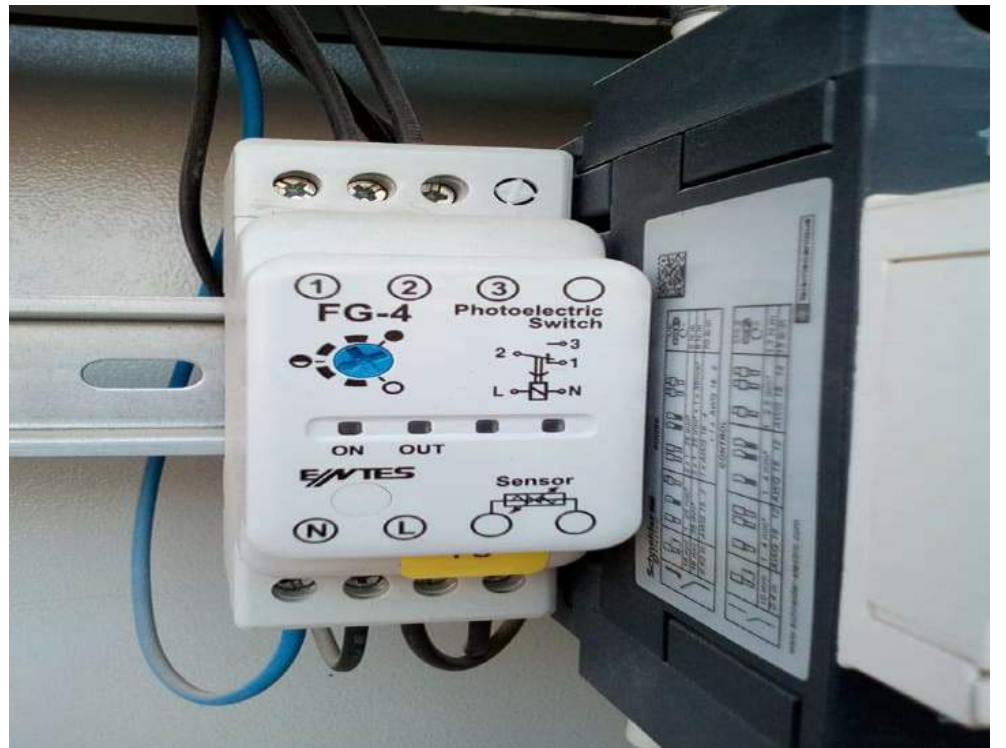
لآخر من المصباح او طرف ملف  
الكونتكتور  
و السلك الأسود يتم ربطه بمصدر  
التغذية الفاز

دارة توصيل خلية ضوئية تتحكم بملف كونتاكتور



اغلب الانواع يكون توصيلها بهذه  
الطريقة لكن الافضل التأكد من  
وظيفة كل سلك من خلال الكاتلوك  
المرفق مع الجهاز

2- نوع على شكل ريليه يركب في اللوحات الكهربائية وتكون المقاومة الضوئية مستقلة عنه تتركب في الخارج وتوصل اليه له ملف تشغيل جهد 220v ونقاط تلامس قلاب مشترك COM مفتوحة NO ومغلقة NC وهذا النوع يركب معاه كونتاكتور حصريا



# طريقة توصيل النوع الثاني:



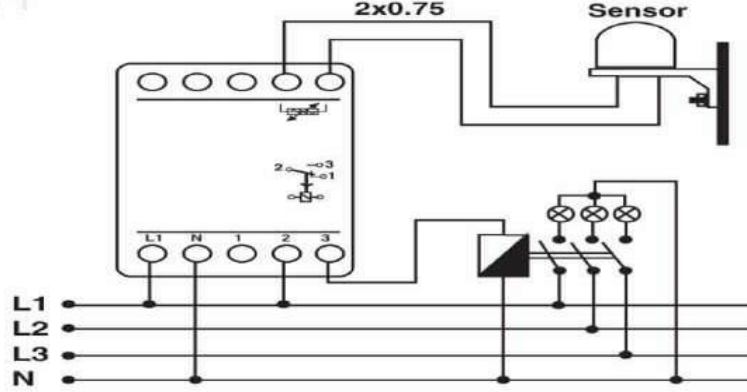
1 of 1  
**Connection Diagram (FG-4, FG-4A, FG-4R)**

on  
ed  
op  
of

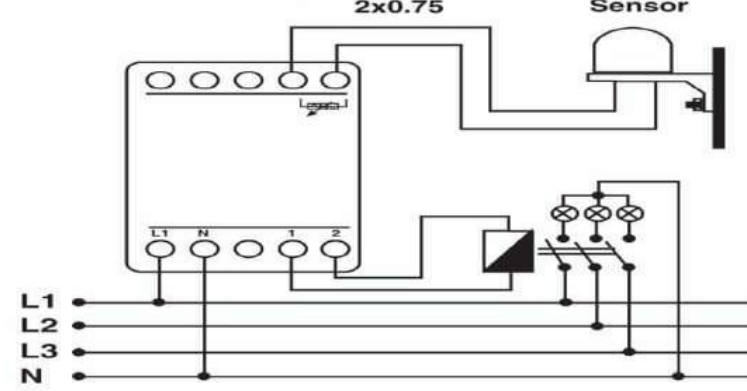
is  
lly  
ght  
ity

is  
ire  
al,  
on  
ds  
he  
60

m  
20



**Connection Diagram (FG-4T, FG-YG)**



## Technical Data

Operating Range ( $\Delta U$ ): 190 - 255 V AC  
Rated Frequency (f): 50/60 Hz.  
Sensor: CdS: Light dependent resistor  
Ambient Temperature: -10 °C to +50 °C  
Degree Of Protection: IP 20

x).

يوصل مصدر تغذية 220V الفاز

الى L والنيوترال الى N

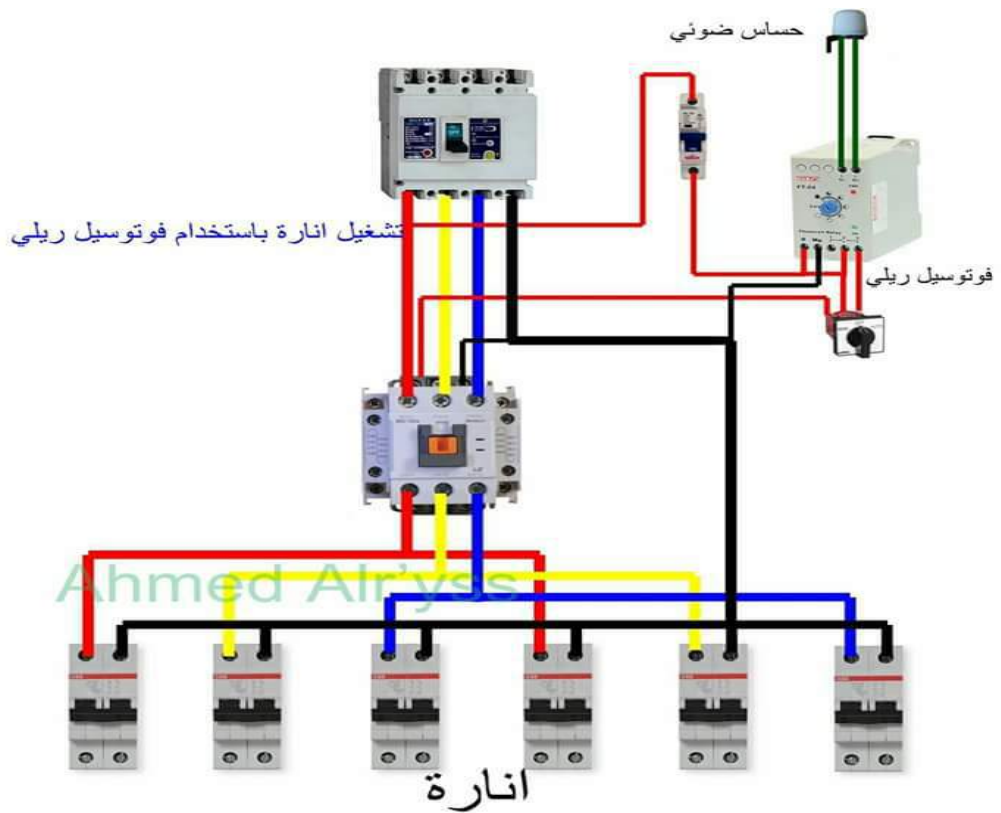
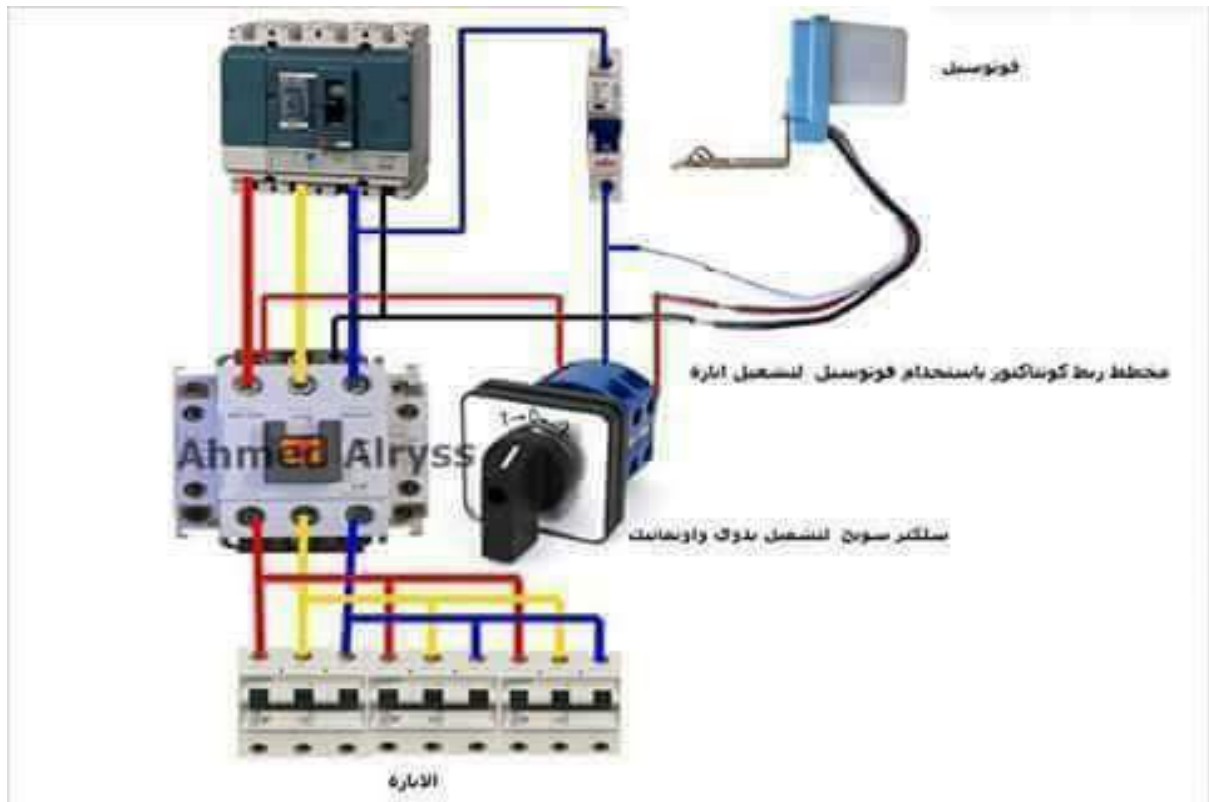
يوصل فاز الى نقطة التلامس

المشتركة COM

يوصل طرف ملف الكونتاكتور الى  
النقطة المفتوحة NO ويوصل طرف  
ملف الكونتاكتور الى النيوترال

يوصل الى تلامسات الكونتاكتور  
الرئيسية جهة الدخول مصدر تغذية  
مناسب للحمل المراد التحكم به  
يوصل اطراف الحمل الى تلامسات  
الكونتاكتور الرئيسية جهة الخروج  
تستخدم الخلية الضوئية في التحكم في  
انارة اعمدة الشوارع وفي الحدائق و  
في الانارة الخارجية للمنازل  
وفي التحكم بالاستائر





الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

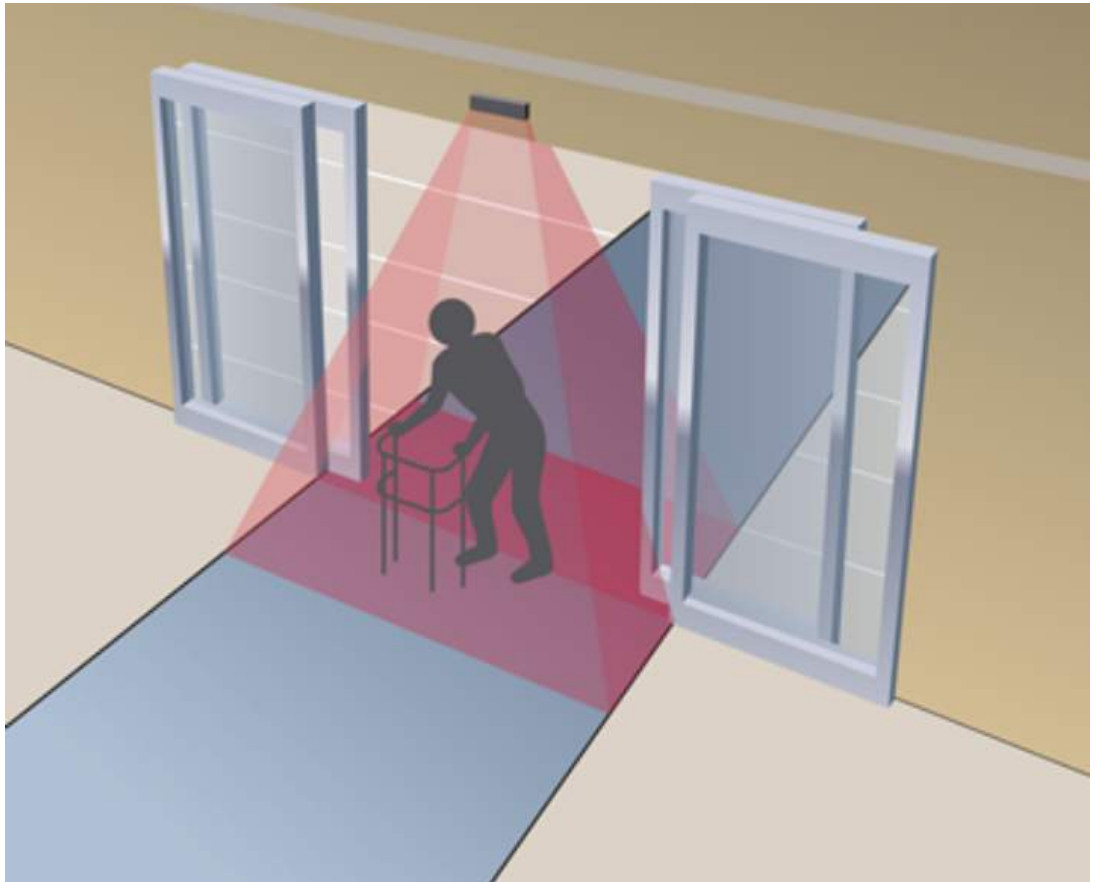
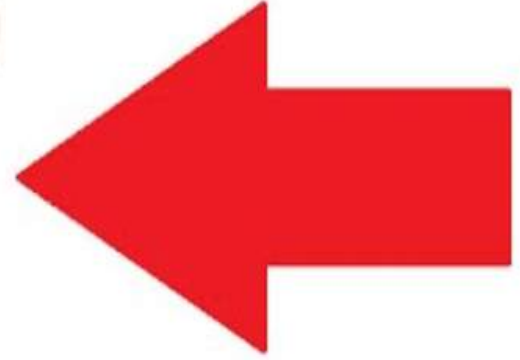
■ حساس الحركة

## Passive Infrared Sensor

حساس الحركة : هو حساس يستعمل  
عادة لكشف حركة الانسان أو دخول  
انسان الى مكان ما.

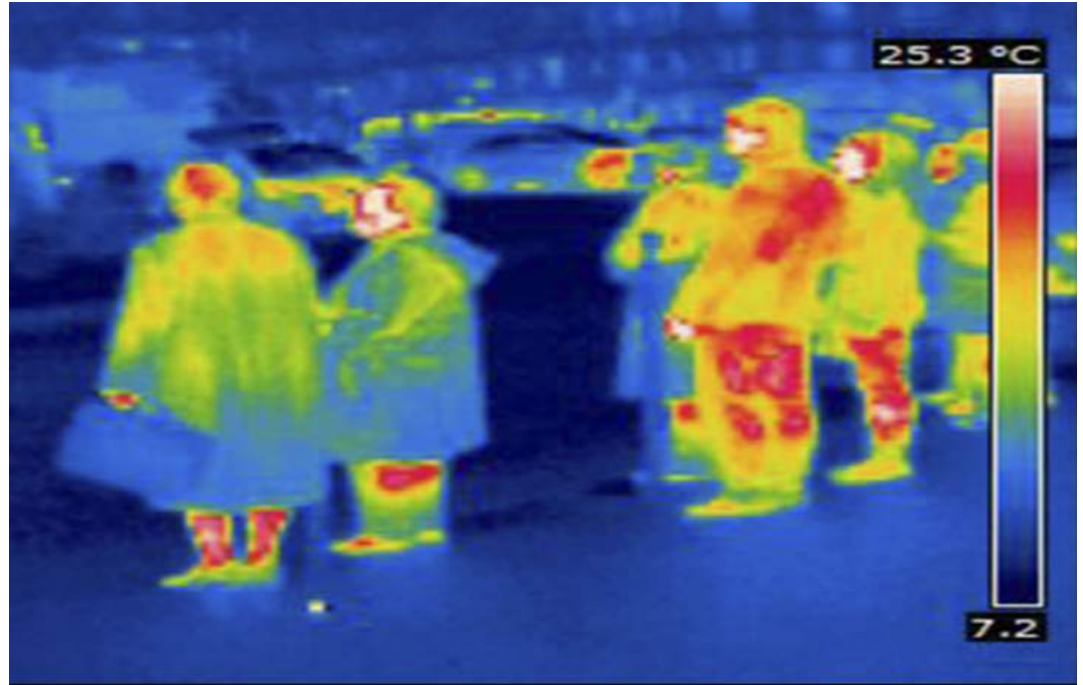
يستخدم بكثرة في منظومات  
إنذار السرقة و مفاتيح تشغيل الإنارة  
و فتح و إغلاق الأبواب آليا وغيرها  
كثير

حساس حركة مداه أكثر  
من 3 أمتار



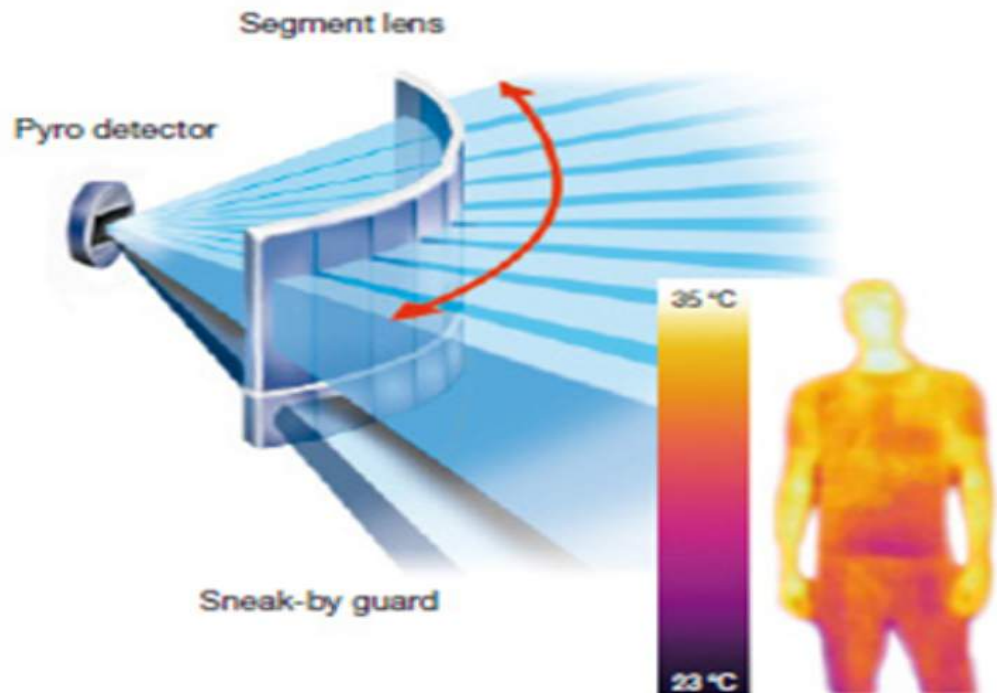
هذا الجهاز يوفر في فاتورة الكهرباء  
ويساعد في ترشيد استهلاك الطاقة  
مبدأ عمله:

قبل أن نعرف مبدأ عمل حساس  
الحركة يجب أن نعرف أولاً أن أي  
جسم له حرارة تفوق الصفر درجة  
وإن متوسط حرارة جلد الإنسان هي  
34 درجة و هي اعلى من درجة  
الخلفية التي يتواجد فيها الحساس أي  
انها يمكن ان تحدث فرقاً في نسبة الا  
شعة تحت الحمراء التي يتلقاها  
الحساس

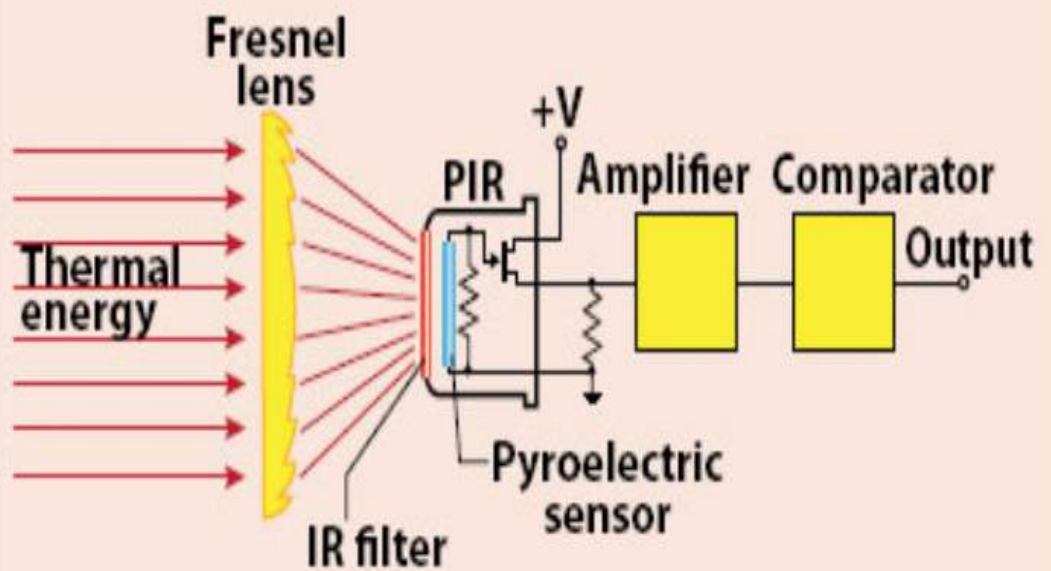


يقوم جسم الانسان بارسال طاقة  
تحت الحمراء. و كلما زادت درجة  
حرارة الجسم زادت نسبة الطاقة  
المنبعثة منه. و هذه الطاقة أو الإ  
شعاع لا يمكن رؤيته بالعين المجردة  
(يمكن استعمال الكاميرا للرأيته) لكن  
المواد الموجودة داخل حساس  
الحركة يمكنها كشف هذا الاشعاع.  
فعندما يمر شخص أمام حساس

الحركة فإن طاقة الأشعة تحت  
الحمراء المضافة ستسبب في خروج  
طاقة أكبر من الحساس وهذه الطاقة  
او الجهد ضعيفة جدا لذلك يجب أن  
تمر على مضخم (Amplifier) ثم  
تمر على مقارن (Comparator)  
لتقع مقارنة هذا الجهد الكهربائي  
الجديد بالجهد الكهربائي للحالة  
العادية (بدون وجود أشخاص). فان  
تجاوزت الطاقة الجديدة حد الطاقة الا  
عتيادي يقوم المقارن باخراج جهد  
كهربائي يشغل ملف الريليه مما  
يسبب بتغيير وضع نقاط تلامس  
الريليه



## Passive infrared-motion sensor block diagram





# انواع حساس الحركة من حيث التركيب:

1- نوع افقي يركب ظاهر في السقف او مخفي على شكل سبوت او مع بعض انواع الانارة السقفية



Best Deal Products Ltd  
07580004075  
For any enquiries

**INFRARED  
MOTION  
SENSOR**

IP20

850P

6m

German Quality

3 Years Warranty

ST41







2- نوع عامودي يركب ظاهر على  
الحائط او داخل علب الكهرباء على  
شكل مفتاح





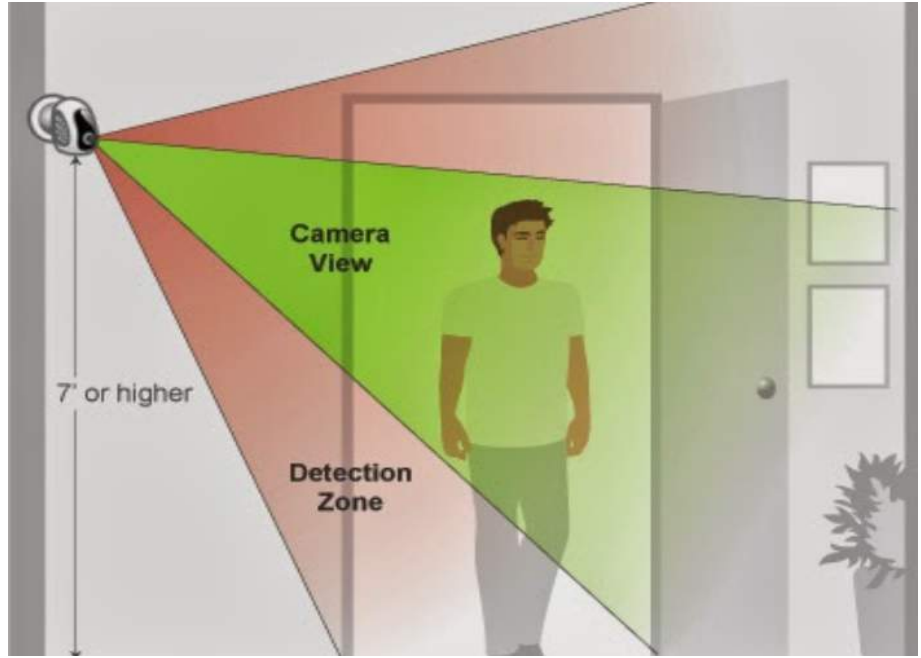
### 3-نوع يتألف من قطعتين :

القطعة الخاصة بالتحسس تركيب في  
السقف وفي علب الكهرباء  
القطعة الخاصة بتبديل نقط التلامس  
تركب مخفية



وهناك انواع تركيب مع حنفيات المياه  
وفي الهواتف المحمولة و في  
الكاميرات وغيرها كثير





لحساس الحركة مفتاحين سلكتور:

1-سلكتور يضبط من خلاله وقت

عمل الحساس و عادة يكون بين عدة

ثواني لغاية عشرة دقائق

2-سلكتور يضبط من خلاله

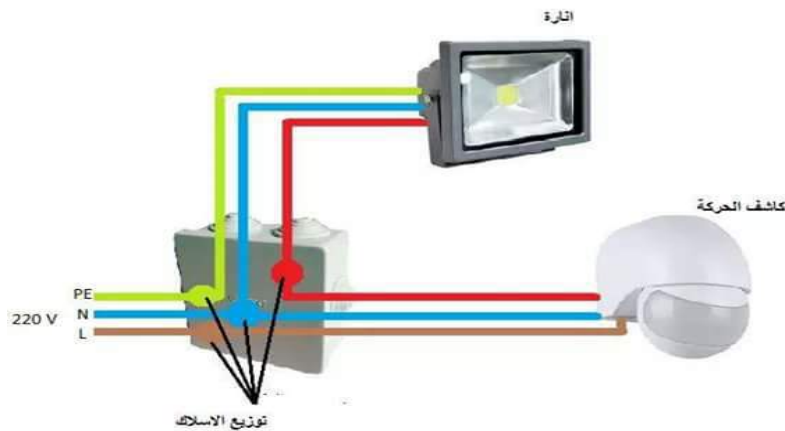
الحساسية وهل سيعمل الحساس في

جو ظلام دامس ام في جو ضوء

خفيف

طريقة توصيل حساس الحركة:  
يعمل على جهد 220v له ثلاثة  
اسلاك غالبا

السلك الازرق يوصل الى مصدر  
التغذية النيوترال ويوصل طرف  
المصباح الى النيوترال ايضا  
السلك البني يوصل الى مصدر  
التغذية الفاز  
السلك الاحمر يوصل الى طرف  
المصباح

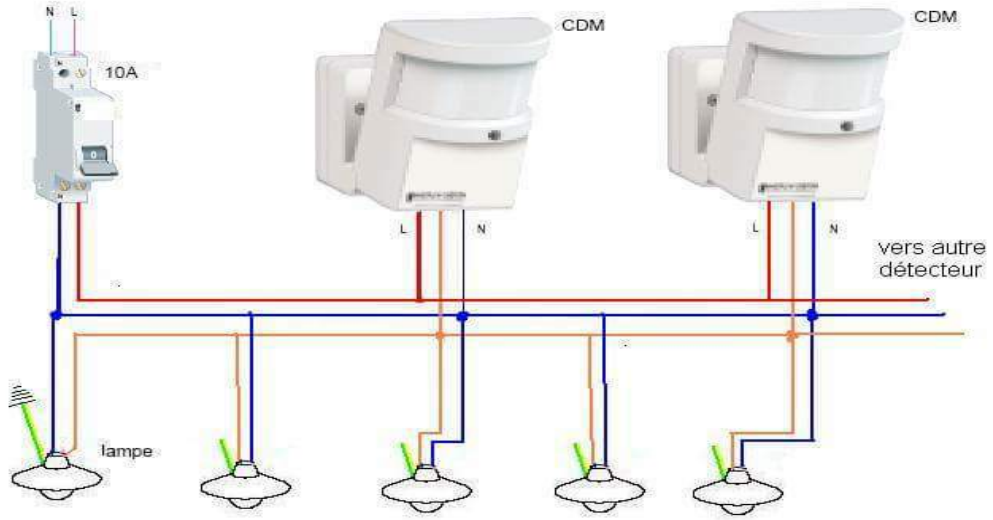




طبعاً الافضل التاكيد من الكاتلوك  
المرفق مع الحساس  
قبل التوصيل

من الممكن توصيل حساسين او اكثر  
توازي بحيث تتركب الحساسات بعيدة  
عن بعضها وتشغل نفس المصباح



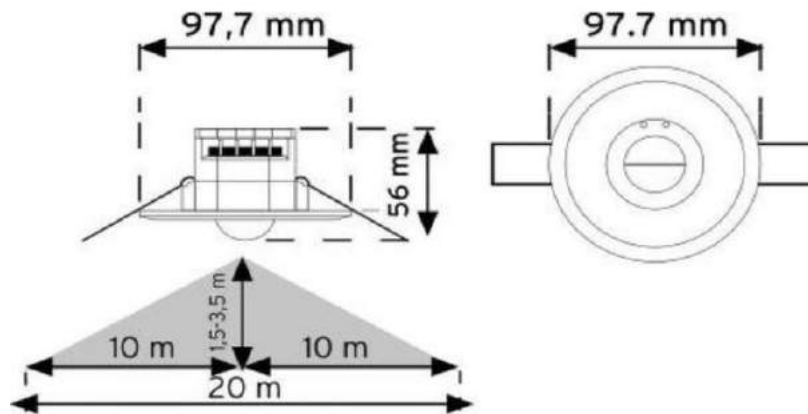


ايضا يمكن ربط حساس او اكثر مع  
مكنة السلم

بحيث تعمل انارة السلم بواسطة  
ظواغط مكنة السلم او من خلال  
الحساسات

نقاط تلامس الحساس تتحمل اقصى  
تيار 10 امبير فان كان تيار الحمل  
اكثر من ذلك يضاف معه كونتاكتور

تصل المسافة التي تعمل عليها  
الحساسات من 1 متر ولغاية 10  
امتار دائريا





الوسائل الخارجية المساعدة في دائرة  
التحكم

## المشفر البصري Optical : Encoder

في بعض التطبيقات قد نحتاج لتحديد  
سرعة دوران المحرك او اتجاه  
دورانه او مقدار الازاحة , يوجد  
العديد من الحساسات التي قد تستخدم  
لهذا الغرض لكن غالباً ما يستخدم  
المشفر البصري ( optical  
encoder ) .

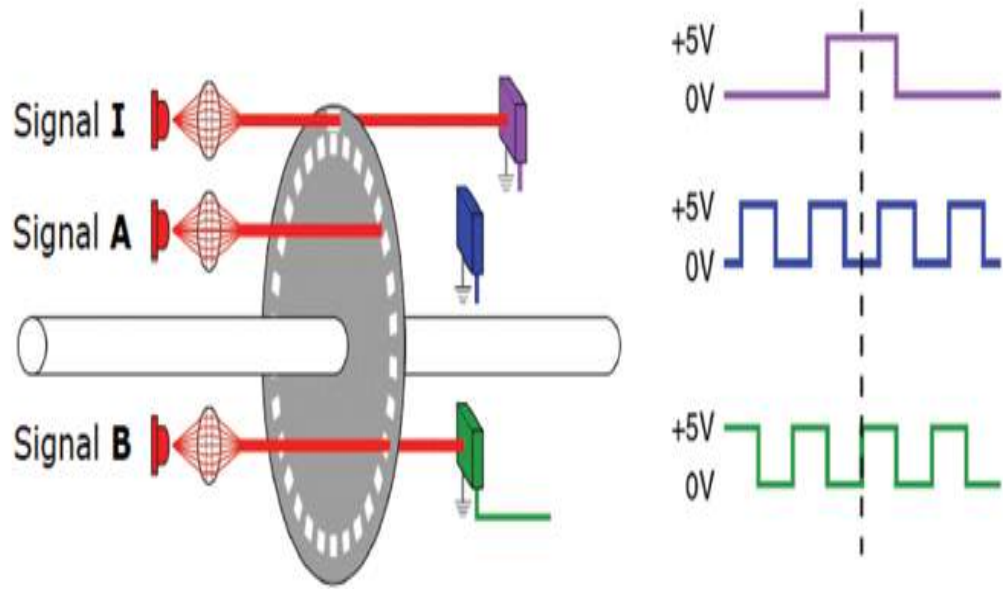


الحساس ببساطة عبارة عن مصدر ضوء و حساس ضوء , يفصل بينهم قرص مثبت على محور الدوران في المحرك ,

و القرص يحتوي على عدد معين من الثقوب التي تسمح بمرور الضوء عبرها .

و عند دوران المحرك يمر الضوء بشكل متقطع من خلال القرص

و بالتالي تنتج سلسلة من النبضات  
كهربائية يمكن قراءتها من خلال  
حساس الضوء .



اجزائه:

1- قرص دائري من الزجاج مقسم  
الى مجموعة من الدوائر ذات سنتر  
واحد ومقسمة هذه الدوائر طوليا

بشكل هندسي ذو هدف معين

2- عدسة صغيرة نصف حجم عدسة

السي دي روم

3- كارتة كهربية بها IC هام جدا وهذا

IC هو الاساسي

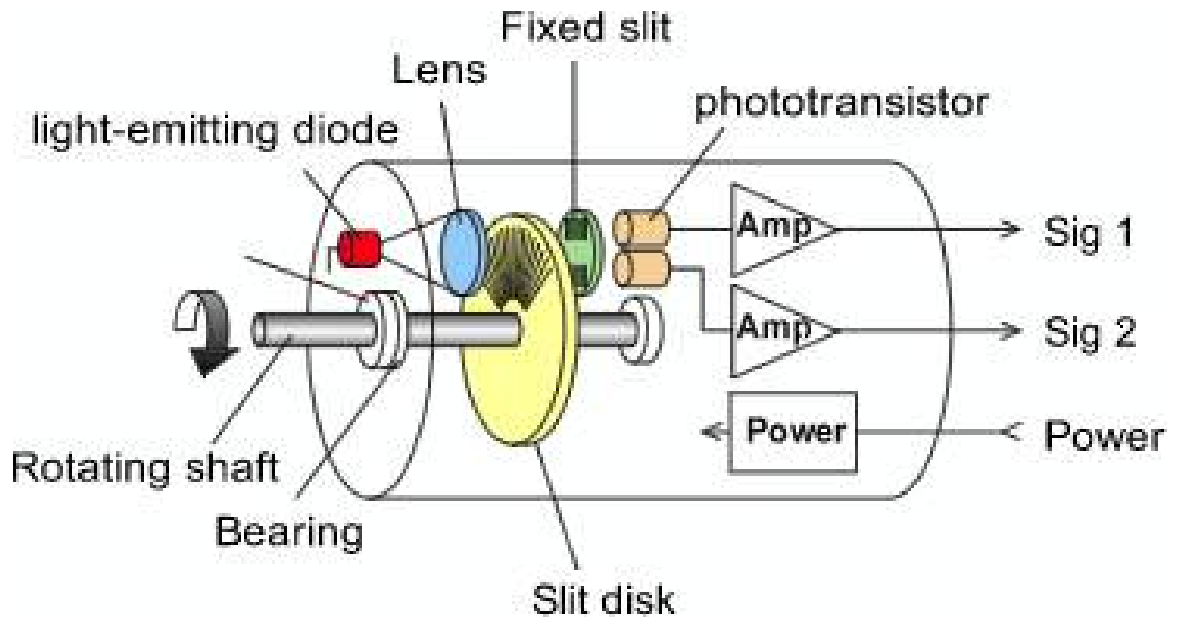
فى عملية فهم عدد اللفات

4- المحور (shaft) وهو الجزء

الذى يتم توصيله

بالمحرك ويتم توصيله بالمحرك اما

عن طريق coupling او خرطوم  
مطاطي لكن يكون قصير بقدر الا  
مكان وهذا يعتمد على طريقة تثبيته  
بالمحرك ومكان تثبيته.



فكرة عمله:

عندما يدور المحرك يدور  
ال (Shaft) الخاص بالانكودر  
و بالتالي يدور القرص الزجاجي

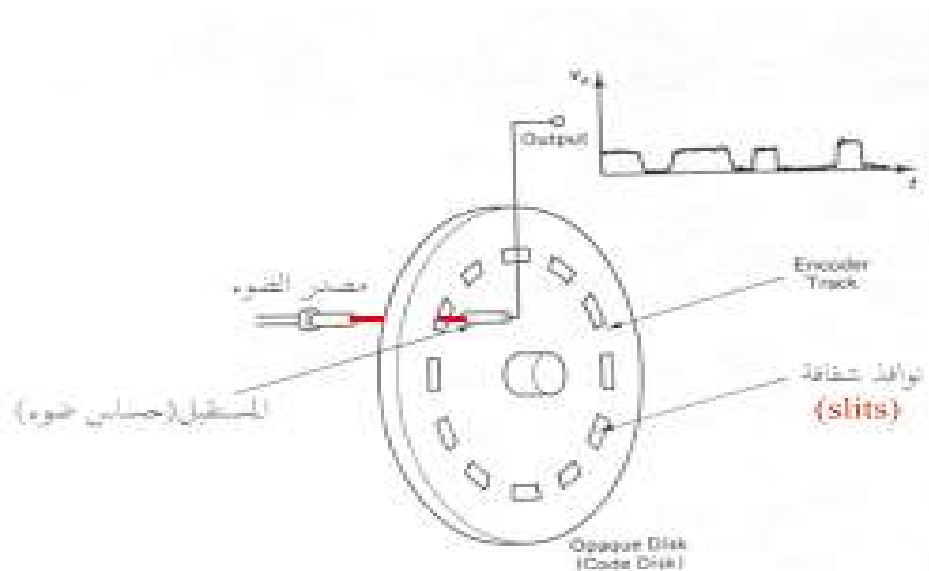
المقسم الى اجزاء صغيرة فتقوم  
العدسة

بدورها فى عد عدد الاجزاء من  
الثانية ثم تقوم بنقل هذا العد الى (lc)  
الذى يقوم بتحويل هذه الاشارة الى  
موجات و هذه الموجات

مقسمة الى اربعة موجات A-B-C-

D ونفيهم 'A'-D'-C'-B'

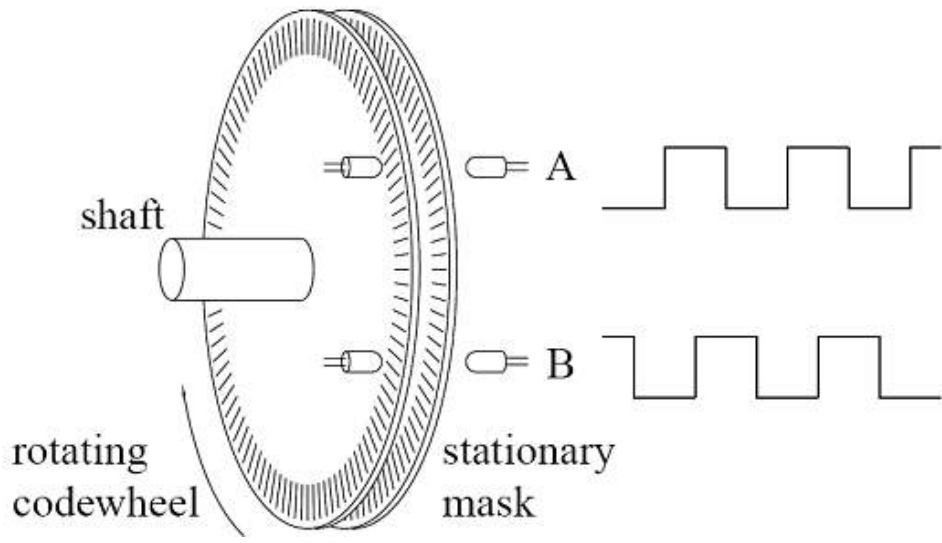
وكل اشاره منهم لها مغزى معين .



## لايضاح فكره العمل بطريقة عملية :

هو عبارة عن قرص له محور  
مشارك مع المحرك هذا القرص  
مثقب و له وجهان , الوجه الاول منبع  
ضوئي و الوجه الثاني حساس ضوئي  
فعندما يدور المحرك يدور الانكودر  
بنفس سرعة المحرك و يمر الضوء  
عبر الثقوب ويستقبل الحساس  
الضوئي الضوء عند مرور الضوء  
عبر الثقوب

و بالتالي نحصل على نبضة , فاذا  
فرضنا ان القرص به 365 ثقب اذا  
نحصل على 365 نبضة كل دوره



يقسم الانكودر الى قسمين ميكانيكي  
وكهربائي:



اولا القسم الميكانيكي: هناك نوعان  
رئيسيان وهما



الإنكودر الدوراني Rotary  
encoder

يستخدم في الوظائف الدورانية

الانكودر الخطي Longitudinal  
encoder

يستخدم في الوظائف الخطية

ثانيا القسم الكهربائي:

هناك نوعان رئيسيان وهما

1-الانكودر الترددي او التزايدي

**Incremental encoder:**

يخرج عدد من النبضات لكل دورة

يكون ثابت مثلا 500 نبضة لكل

دورة ويكون هذا للقنوات  $A, B$   
وعكسيهما  $A, B$  أما القناة الأخيرة و  
التي تسمى  $Z$  أو  $N$  أو  $O$  فتعطي  
نبضة واحدة لكل دورة

ويكون فرق الزاوية بين  $A, B$   
درجات ثابتة حيث تسبق  $A$  القناة  $B$   
لتحدد اتجاه الدوران

الانكودر التزايدى Incremental  
encoder له إشارات خرج مكررة  
على مدى نطاق الدوران.

ومن المهم أن نفهم أن كل موضع  
ميكانيكي ليس له وضع وحيد  
للتعريف.

و عند تشغيل الانكودر التزايدي لا يتم  
تحديد موضع الوقوف للانكودر حيث  
لا توجد إشارة محددة لكل موضع.

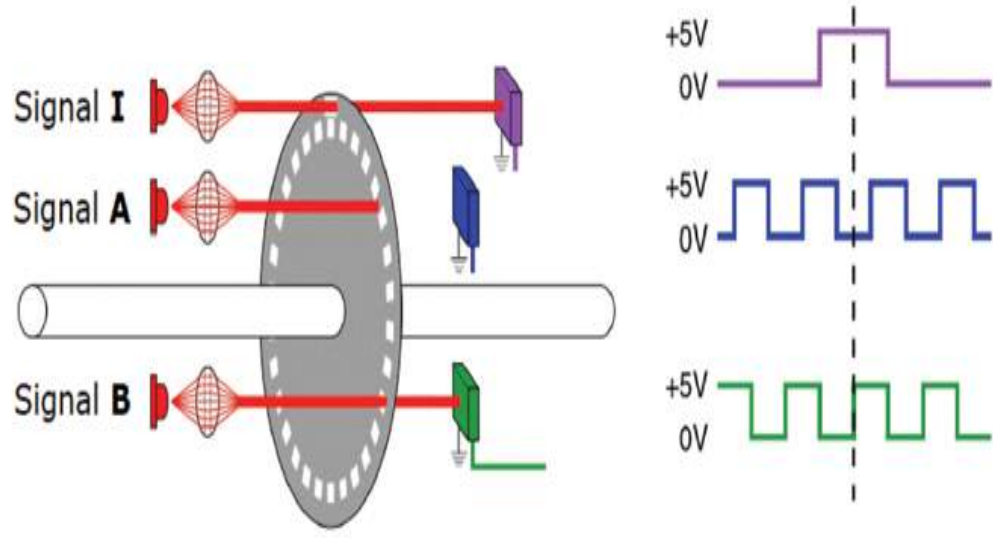
يخرج الانكودر التزايدي عدد من  
النبضات لكل دوره عددا ثابتا على  
سبيل المثال 500 نبضة و تكون

هذه النبضات للقنوات A - B .

القناة A : تقوم بتعيين الاتجاه مع  
عقارب الساعة .

القناة B : تقوم بتحديد الاتجاه عكس  
عقارب الساعة .

اما القناه الاخيره (o or n or z) فتعطى نبضة واحده لكل دوره .



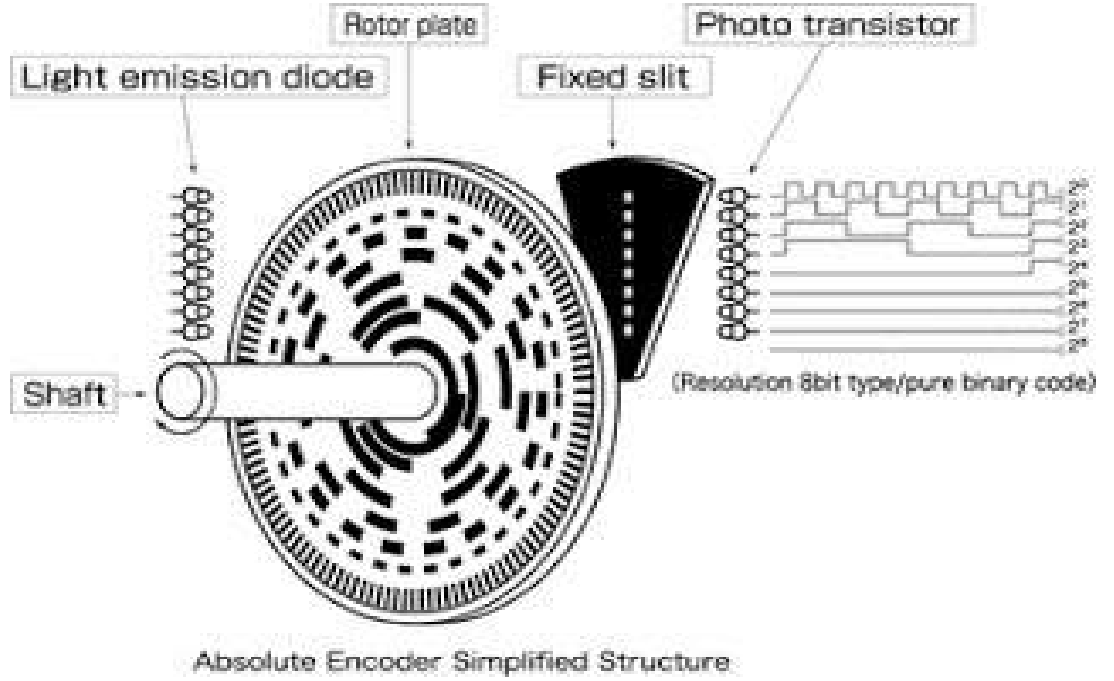
عيوبه :

لا يحتفظ بموضع ال (Rotor) عند انقطاع الكهرباء اى يعود الى ال (Set Point)

## 2-الانكودر المطلق Absolute : encoder

يستخدم الكود الرمادي Grey code لإنتاج خرج نبضي يوافق الزاوية الدورانية للإنكودر ويتكرر ذلك بشكل دوري في كل دورة ويكون عدد الزوايا التي يقيسها الانكودر حسب عدد قنوات الإخراج منه فمثلا لو كان عدد المخرجات 2 يكون هناك 4 زوايا ولو كان 3 قنوات يكون عدد الزوايا 8 ولو كان 4 يكون عدد الزوايا 16 وهكذا فإن عدد الزوايا

# مساويا للعدد 2 مرفوعا للأس عدد قنوات الإخراج



الكود الرمادي هو نوع من أنواع  
النظام الثنائي.

والفارق هو كيفية الزيادة للانتقال  
للعدد التالي.

حيث يمكن زيادة رقم واحد فقط

للانتقال للرقم التالي

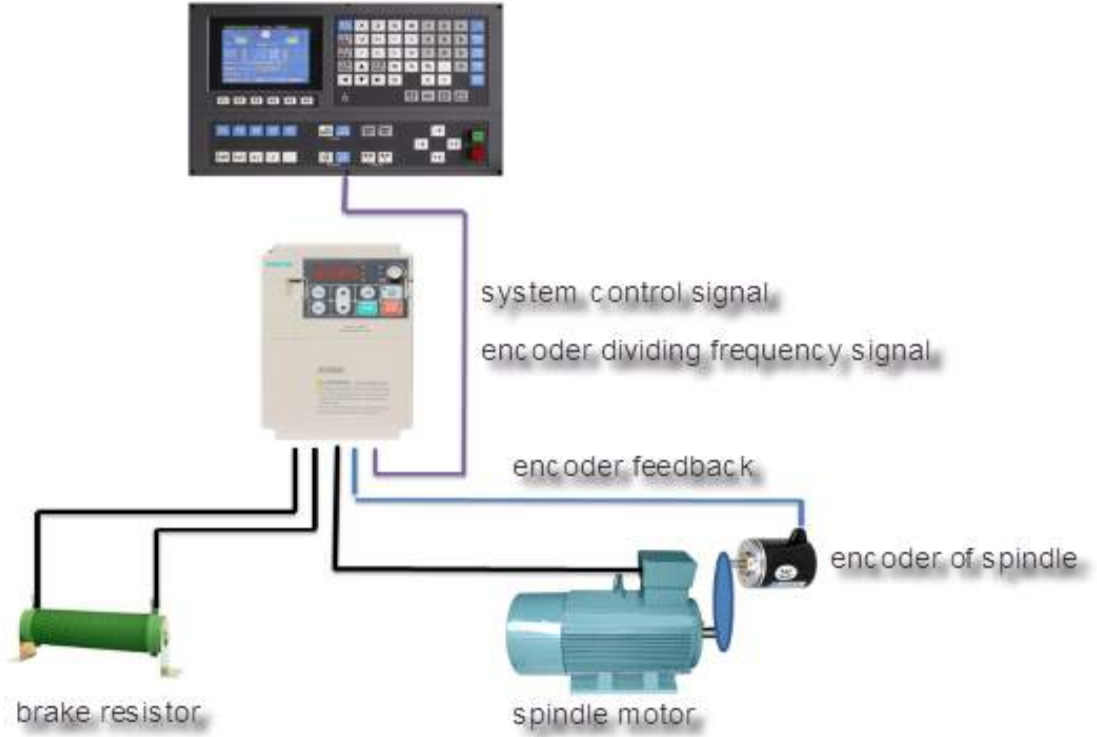
مثلا 0،1،3،2،6،7 بالكود الرمادي  
تمثل 0،1،2،3،4،5 بالنظام الثنائي.

وبشكل أساسي فإن الانكودر هو  
جهاز يقوم بإصدار نبضات بدقة  
تتناسب مع عدد دورات محور دوران  
المحرك.

ويمكن استخدام ذلك لقياس سرعة  
موتور أو وضعيته أو معدل التسارع  
والتباطؤ.

ويوجد أمثلة كثيرة لتطبيقات استخدام  
الانكودر حيث لا يخلو مصنع تقريبا  
من استخدامات للانكودر في مختلف

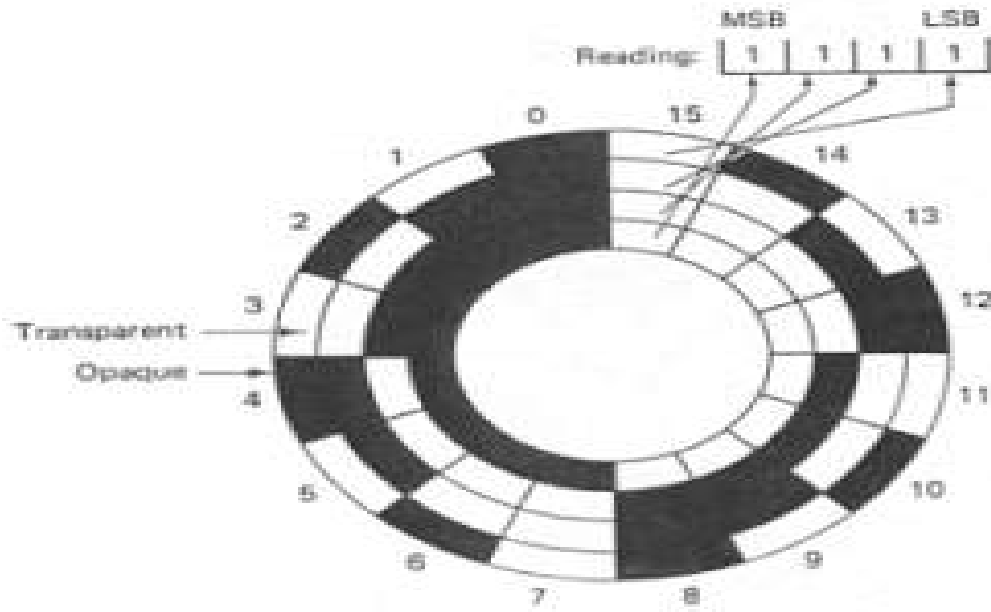
# أنواع الصناعات.



الانكودر المطلق Absolute encoder له قيمة وحيدة لكل موضع في شكل عداد ثنائي Binary count لكل موضع ميكانيكي. فعندما يتم تشغيل الانكودر المطلق



يتم معرفة الموضع الميكانيكي تماما  
حيث لكل موضع قيمة وحيدة في الإ  
شارة الخارجة من الانكودر.

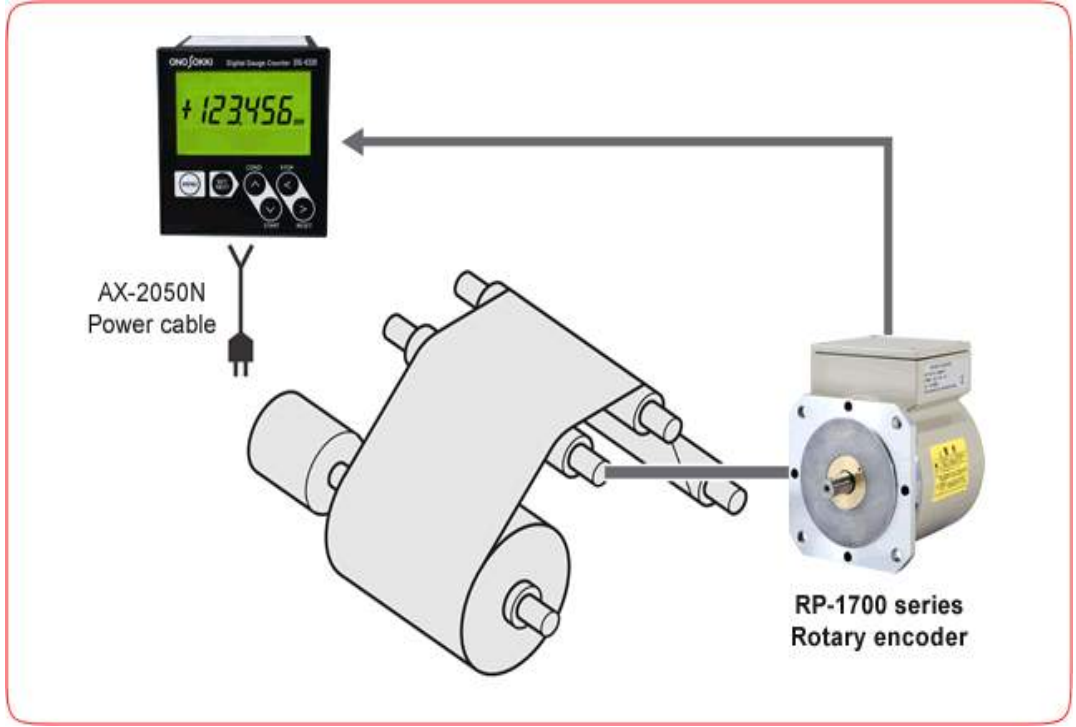


absolute encoder المشفر المطلق

الانكودر المطلق Absolute  
: Encoder

الخرج لهذا النوع يكون ( Digital  
bits) وهذا ينتج من خلال الضوء

الخارج من المصدر الضوئي اثناء  
الدوران و هذه الاضاءة يتم استقبالها  
وتتحول ال (Gray Code).

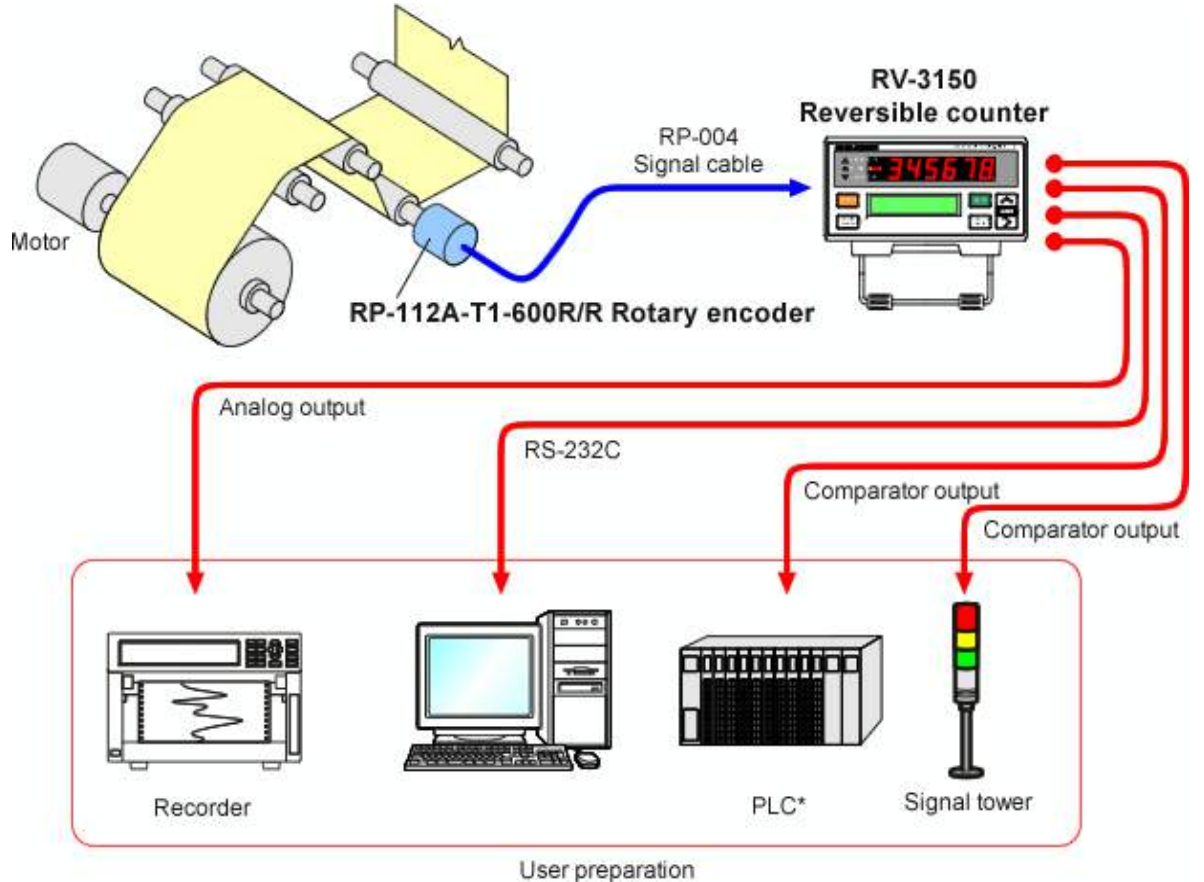


وهذا الخرج النبضي يوافق الزاوية  
للانكودر وذلك بشكل دوري لكل  
دورة يكون عدد الزوايا التي يقيسها  
الانكودر حسب عدد القنوات للخرج ,

يكون العدد 2 مرفوع الاس لعدد  
القنوات و بهذا يتم حساب  
عدد الزوايا .

مميزاته :

يحتفظ بوضع ال (Rotor) عند  
انقطاع الكهرباء.

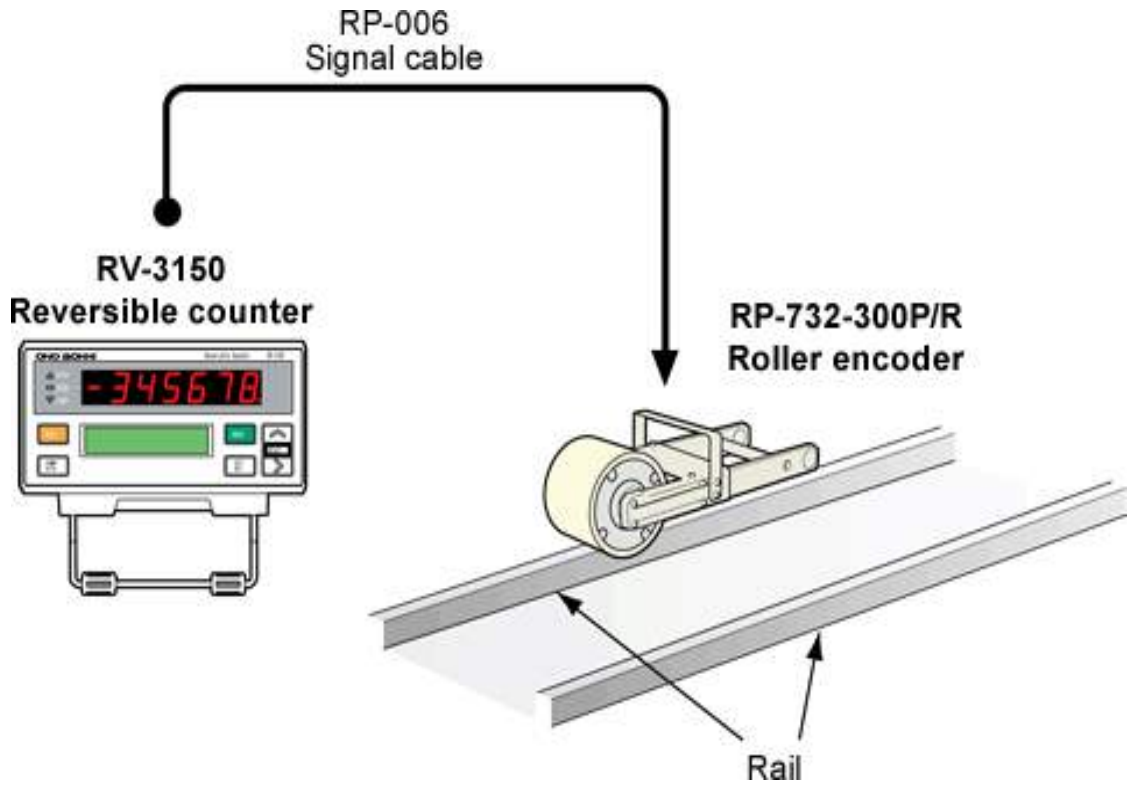


## حماية الانكودر:

الانكودر يقوم بتحويل الحركة الميكانيكية (الدورانية أو الخطية) إلى نبضات كهربائية لذلك يجب حماية هذه النبضات من التشويش او التداخل للحماية من التداخل يوصى دائما بأن يستعمل كابل shielded لضمان نقاء الإشارة الخارجة من أي تداخل وكذلك لابد من معرفة حدود الفولت المستخدم لتغذية الانكودر وأن يكون في حدود المسموح بها حتى لا يحدث خطأ في الأداء

كذلك لابد من أن تكون مقاومة الدخل

للجهاز الذي يستعمل نبضات الا  
نكودر عالية جدا أو خفض تيار الحمل  
المار بالانكودر وذلك لحمايته من  
حدوث short circuit على أحد  
قنواته



اما من ناحية الحماية  
الميكانيكية فيجب حماية الانكودر من  
الأتربة والتي تسد مناطق الإحساس بـ

الحركة وكذلك لآبد من عزل شحوم  
الرولمان (البيليا) من الدخول لداخل ا  
لانكودر لنفس السبب السابق كذلك  
الوقاية من الصدمات والتي ربما تؤثر  
على سلامة الأجزاء الدوارة الداخلية  
كيف تؤثر الصدمات والاهتزازات  
في اداء الانكودر:

الصدمات والاهتزازات تؤدي إلى  
سقوط الجزء الدوار الداخلي من  
مكانه وكسره وبالتالي إلى تلف

الإنكودر

عدم استقامة محور الإنكودر مع  
الموتور يؤدي إلى تلف محاور

ارتكاز الانكودر وتصبح حركته غير  
منتظمة

## اكتشاف اعطال الانكودر:

يمكن استخدام جهاز أوسيلوسكوب أو  
جهاز اختبار مصمم خصيصا لاختبار  
الانكودر.

ويمكن استخدام الملتيميتر العادي في  
اختبار وصول الجهد الكهربى وقياس  
خرج الانكودر عند سرعات بطيئة  
جدا وعند الاختبار للانكودر بشكل  
كامل يجب أن يتم هذا عن طريق  
شخص مدرب وباستخدام جهاز  
أوسيلوسكوب.

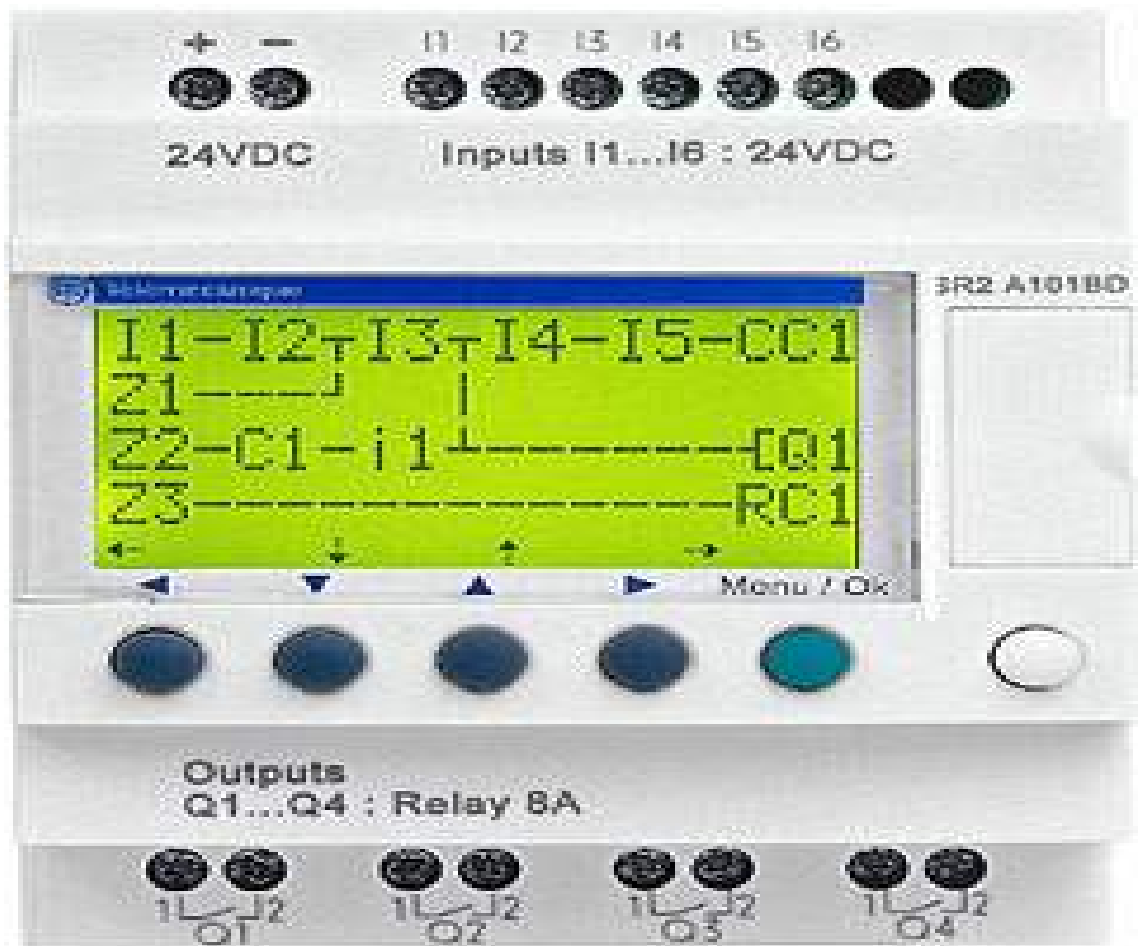
الوسائل المساعدة في دائرة التحكم:

جهاز التحكم المنطقي القابل

للبرمجة Programmable

Logic Controller

واختصاره (P.L.C)





وهو عبارة عن حاسوب رقمي  
يستعمل في أتمتة العمليات  
الكهروميكانيكية.

●- تعريف التحكم المنطقي المبرمج  
: P.I.c

ال P.I.c عبارة عن آلة إلكترونية  
متخصصة في أعمال التحكم في  
الزمن الحقيقي ومراقبة العمليات  
الصناعية

ينفذ ال P.I.c مجموعة من  
التعليمات تخزن في ذاكرته علي شكل  
برنامج ومن ثم لل P.I.c صفات  
مشتركة مع آلات معالجة البيانات

## خواص ال P.L.C

1- يمكن توصيل ال- P.I.c مباشرة إلى المجسات وأجهزة تفعيل من

خلال وحدات الإدخال والإخراج بمواقع الإنتاج خاصة الصناعة

2- يتم تصميم ال- P.I.c للعمل في البيئة الصناعية القاسية ( درجة

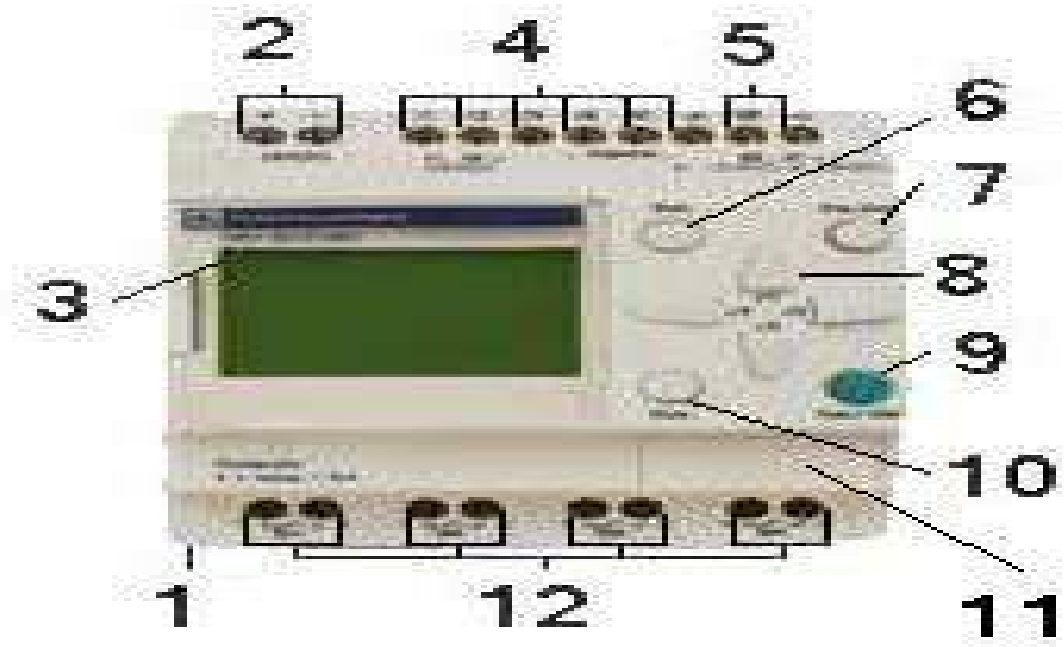
حرارة - اهتزازات - انقطاعات دقيقة بأزمة قصيرة جدا في التيار وسوء الجهد الكهربائي والتداخل

وغيرها )

3- وأخيرا فإن ال- P.I.c مترجم

بلغات تم تطويرها خصيصا لمعالجة

وظائف الأتمتة وبشكل لا يحتاج إلى  
مستوى عالي من معرفة مسبقة  
بالبرمجة عند التركيب والتشغيل  
● - مكونات ال- P.I.c :



1- أقدام للتثبيت

2- مصدر للتغذية 24 V Dc أو

## V Ac 240

- 3- شاشة عرض من أربعة أسطر
- 4- أماكن تثبيت أطراف المدخلات
- 5- أطراف دخول الأناالوج ( صفر - 10 فولت )
- 6- زر المسح
- 7- زر إضافة سطر
- 8- أزرار الأسهم [ يمكن استخدامها كأزرار للتشغيل ( Push Button ) ]
- 9- زر الاختيار والسماح بإدخال البيانات

10- زر الخروج

11- مكان لوضع كابل الحاسب الآلي

12- أماكن تثبيت أطراف المخرجات

### ●-محتويات الجهاز :

يحتوي الجهاز علي العديد من  
العناصر التي يمكن استخدامها في  
دوائر التحكم ومن أمثلة  
هذه العناصر :

1- عدد من الريليات المساعدة

Relays يعتمد عددها علي موديل

الجهاز

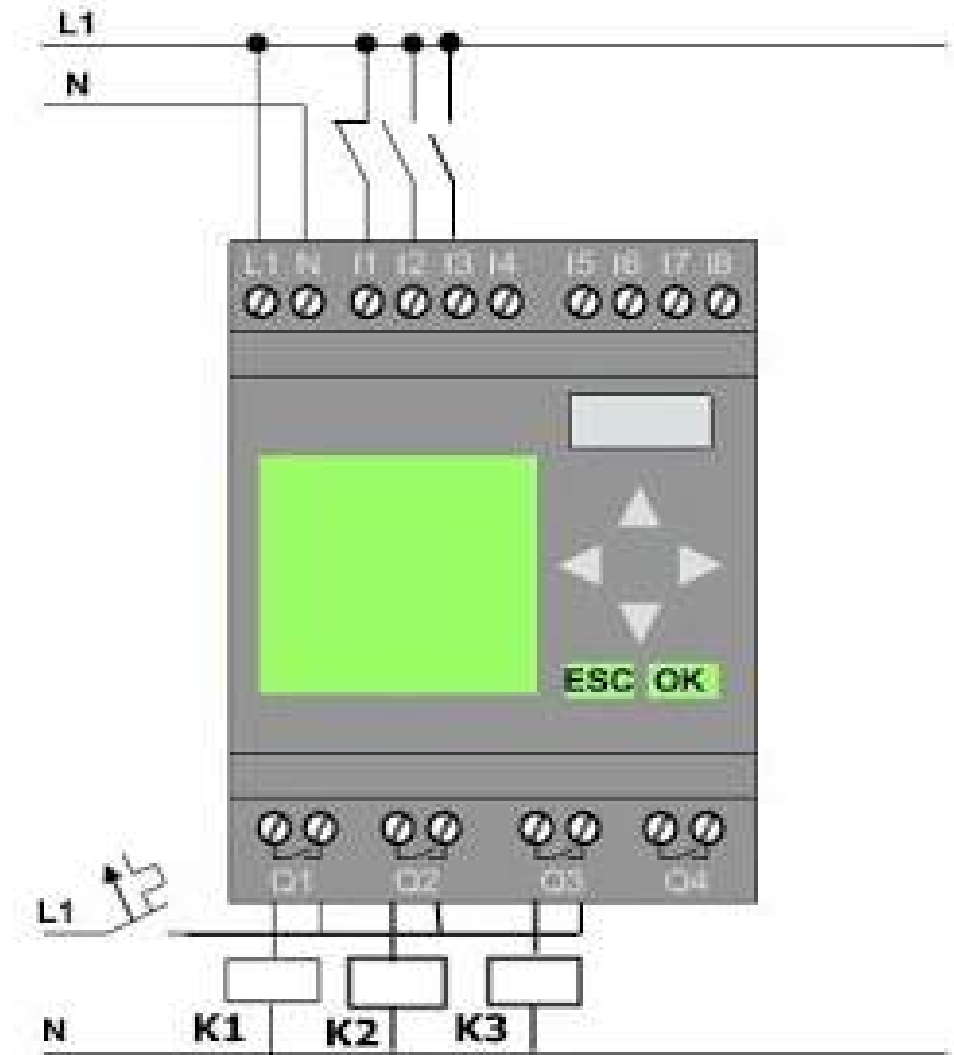
2- عدد من المؤقتات الزمنية

# Timers

3- عدد من العدادات Counters

4- مدخلات الأناالوج Analogue

Input



## ●-كيفية توصيل جهاز ال- P.I.c :

- يوجد بجهاز ال- P.I.c عدة مدخلات Inputs و عدة مخرجات Outputs يعتمد علي موديل الجهاز
- يتحدد عدد المدخلات والمخرجات علي حسب العمليات المطلوب تنفيذها في الدائرة

## ■وحدة المدخلات Inputs :

- توصل بها العناصر الكهربائية التي تقوم بتوصيل التيار ( لإعطاء الإشارة ) لتشغيل آلة معينة , وتتمثل هذه العناصر في ( الضواغط بأنواعها - مفاتيح - مفاتيح نهاية الشوط -

النقاط المساعدة للكونتكتور ( )  
وتحدد قيمة الجهد المقنن للمدخلات  
أيضا علي حسب موديل الجهاز  
فتوجد مدخلات تعمل علي جهد 24  
فولت مستمر ومنها من يعمل علي  
جهد 220 فولت متردد كل ذلك  
حسب الحاجة

## ■ وحدة المخرجات Outputs :

توصل بها جميع الأحمال المطلوب  
تشغيلها أو التحكم بها ولكن هنا لا  
يفضل توصيل الأحمال مباشرة مع  
مخرجات الجهاز تحسبا لارتفاع



التيار المسحوب ولا يتحملة الجهاز  
لذلك يفضل التحميل بعناصر كهربية  
تقوم بسحب تيار في متناول الجهاز  
وهذه العناصر تتمثل في ( الريلاي -  
الكونتكتور - القواطع - أجهزة  
الوقاية ..... )

### ● - طريقة توصيل المدخلات :

يتم معرفة وتحديد الضواغط و  
المفاتيح المتواجدة بالدائرة التي تقوم  
بإعطاء الإشارات وهذه المفاتيح هي  
التي تم توصيلها مع مدخلات جهاز  
ال-p.l.c حيث يتم تغذيتها بالتيار

الكهربي ثم توصيلها مع الدخل فعند الضغط عليها يتم توصيل التيار الكهربي إلي الجهاز وبناءا علي الرسم السلمي المعطي للجهاز أو البرنامج الذي تمت برمجته علي الجهاز يقوم الجهاز بتنفيذ العمليات

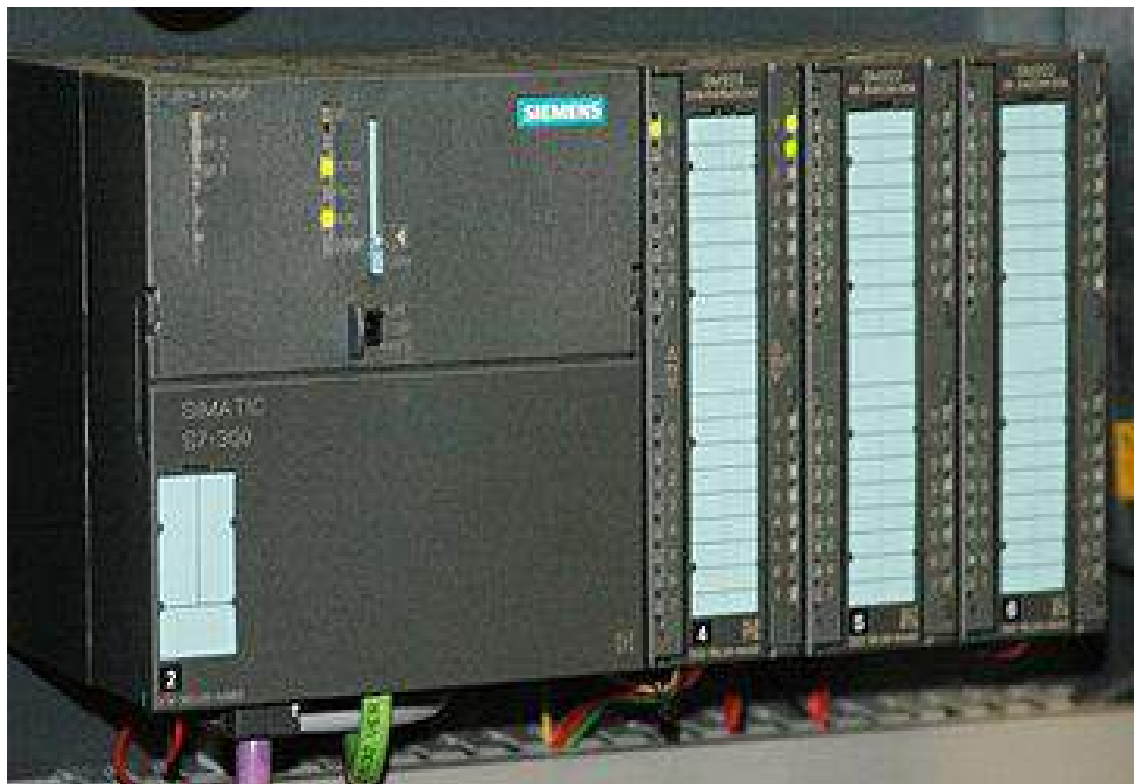
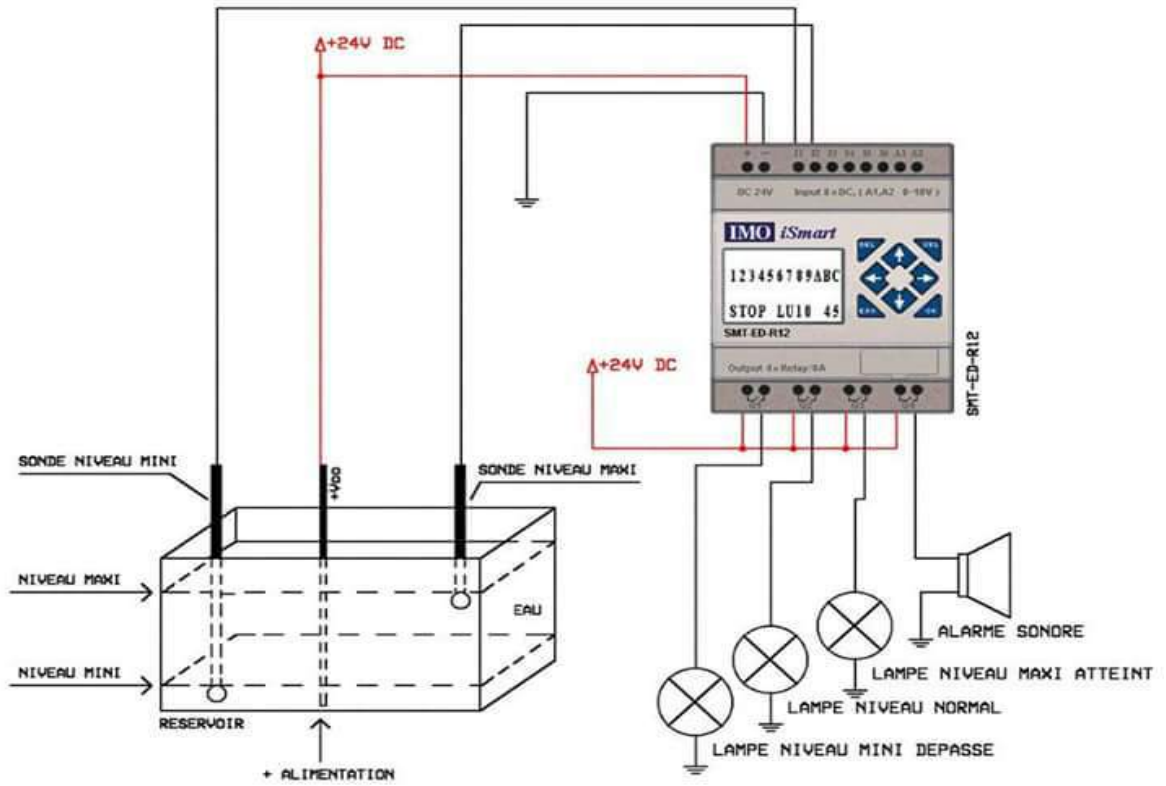
## ● - طريقة توصيل المخرجات :

لكل مخرج من مخرجات الجهاز طرفين . طرف يتم توصيله بالمصدر أي جهد يعطي له يقوم بإعطائه للحمل عندما يغلق الكونتاك ( النقطة المساعدة ) الذي بين

الطرفين فعند الضغط مثلا علي  
الضاغط S1 المتصل مع الدخل I1  
يقوم الكونتاكنت الذي بين أطراف  
الخرج Q1 بالغلق وتوصيل التيار  
إلي الحمل المراد  
التحكم فيه وهكذا بالنسبة لباقي  
المخرجات

هذه المخرجات محدد لها قيمة للتيار  
لايتم الزيادة عنها مثلا 8A لذلك لا  
يتم توصيل الأحمال مباشرة معها  
ولكن يتم توصيل الريليات و  
الكونتاكتورات لأنها لا تسحب تيار  
كبير

DETECTION DE NIVEAU D'EAU

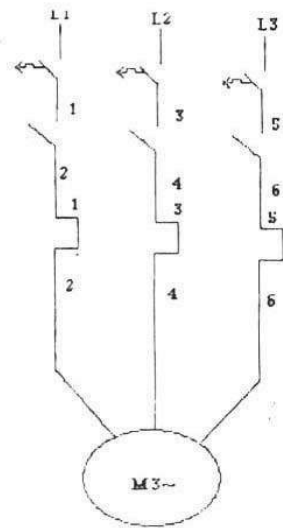


## برمجة ال PLC:

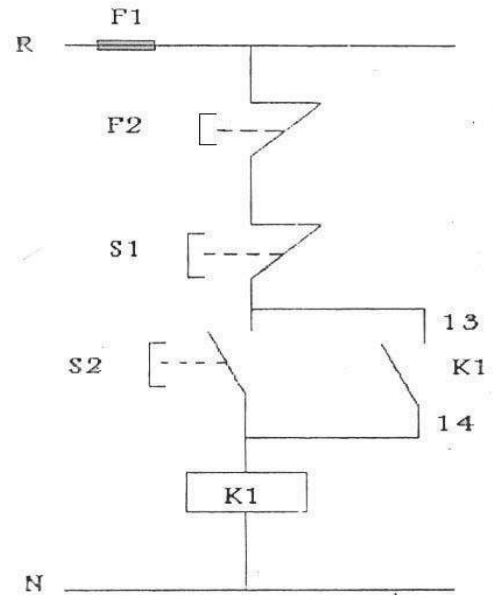
هناك عدة لغات تستخدم لبرمجة جهاز ال PLC و من ضمن لغات البرمجة الشائعة الاستخدام:

-برنامج المخطط السلمي Ladder  
:diagram

و هو من اشهر اللغات استخداما في أجهزة plc لأنه يشبه رموز التحكم بالمرحلات و يمكن استخدامه من قبل الفنيين و المهندسين بسهولة حيث انه عبارة عن مجموعة من الرموز المتتالية التي توضح تدفق التيار الكهربائي لإجراء الوظيفة المطلوبة



دائرة القوى



دائرة التحكم

No	Contact 1	Link 1	Contact 2	Link 2	Contact 3	Link 3	Coil
01	I1		I1				[Q1]
02	Q1						( )

Ladder mode

برنامج STL / Statement list  
 و هو عبارة عن مجموعة من الأوامر  
 التي يفهمها جهاز الحاسب.

برنامج Function block  
 diagram

# الوسائل المختلفة لبرمجة أجهزة الـ PLC

تتم البرمجة بعدة طرق منها:

- جهاز برمجة خاص يقوم بإدخال البرنامج داخل ذاكرة الجهاز
- عن طريق شاشة و مجموعة مفاتيح على واجهة الجهاز
- عن طريق برنامج يتم انزاله من جهاز الحاسب



تمت بحمد الله دورة التحكم الآلي

كتبه عقيل المحمد فني كهرباء