الباب الثاني

الأجهزة المصاحبة لأجهزة التحكم المبرمج

الأجهزة المصاحبة لأجهزة التحكم المبرمج

٢-١ أجهزة المداخل الرقمية

وهذه الأجهزة توصل بمداخل أجهزة التحكم المبرمج الرقمية و تعطي بيان عن ظروف التشغيل للعمليات الصناعية أو الآلة وكذلك تمكن المشغل من إعطاء أوامر التشغيل من خلال مجموعة الضواغط والمفاتيح .

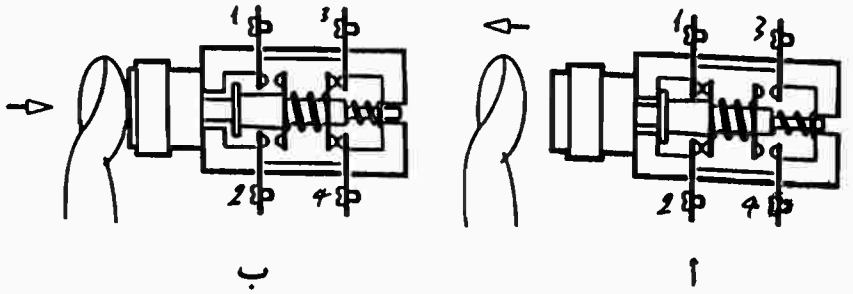
وجميع هذه الأجهزة تحتوي على ريش تلامس إما مفتوحة طبيعيا ON أو مغلقة طبيعيا NC أو ريش قلاب CO و فيما يلي أهم أجهزة المداخل الرقمية .

١-الضواغط اليدوية	Push Buttons
٢-المفاتيح اليدوية	Switches
٣-مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية	Limit Switches
٤-المفاتيح التقاربية	Proximity Switches
٥-الخلايا الضوئية	Photo Cells
٦-مفاتيح العوامات	Float Switches
٧-مفاتيح الضغط	Pressure Switches
٨-مفاتيح درجة الحرارة	Thermostates
٩-مفاتيح التدفق	Flow Switches

٢-١-١ الضواغط والمفاتيح اليدوية

تتشابه الضواغط و المفاتيح الانضغاطية في أن كلا منهما يحتوي على مجموعة من ريش التلامس منها الريش المفتوحة طبيعيا NO ومنها المغلقة طبيعيا NC أما الفرق بينها ففي خواص التشغيل فالمفتاح الانضغاطي عند الضغط على رأسه يعكس ريش تلامسه فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا NC مفتوحة والعكس بالعكس و يظل الحال على هذا الوضع حتى بعد إزالة الضغط على رأس المفتاح ولكن عند الضغط مرة ثانية على رأس المفتاح تعود ريشة تلامس المفتاح لوضعها الطبيعي أما الضاغط فيعكس حالة ريش تلامسه أثناء الضغط على رأسه فقط ولكن بمجرد إزالة الضغط عن رأسه تعود ريشة تلامسه لوضعها الطبيعي و في الشكل (٢-١) قطاعين لضاغط يحتوي على ريشة NO و أخرى NC في وضعين مختلفين الأول في الوضع الطبيعي (الشكل أ) والثاني في وضع

التشغيل (الشكل ب) .



الشكل (٢-١)

و توجد عدة صور من الضواغط مثل :-

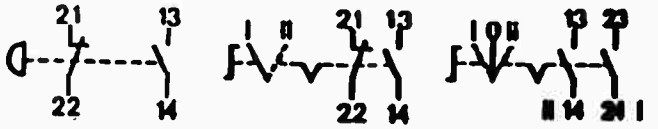
ضاغط تشغيل ON - ضاغط إيقاف OFF - ضاغط طوارئ Emergency وكذلك توجد عدة صور من المفاتيح مثل :-

المفاتيح الانضغاطية- المفاتيح الدوارة ذات الموضعين-المفاتيح الدوارة ذات الثلاث مواضع الخ -المفاتيح الدوارة ذات القفل .

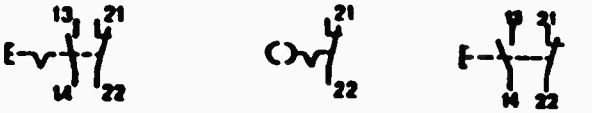
والشكل (٢-٢)عدة نماذج لرؤوس الضواغط والمفاتيح .

الشكل (٢-٢)

والشكل (٢-٣) يعرض الرموز الكهربية العالمية للضواغط والمفاتيح .



مفتاح بثلاثة مواضع مفتاح بوضعين ضاغط طوارئ



مفتاح انضغاطي مفتاح يدوي بمفتاح قفل ضاغط يدوي

الشكل (٢-٣)

والجدول (٢-١) يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها

الجدول (٢-١)

اللون	الاستخدام
أحمر	إيقاف Stop - إيقاف الطوارئ Emergency
أخضر وأسود	بدء تشغيل Start التشغيل ON
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية لبدايتها
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم في العملية الثانوية التي لا تربط بدورة تشغيل النظام

والجدول (٢-٢)يبين الرموز الخاصة بالحركات و التي توضع أحيانا على الضواغط

الجدول (٢-٢)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
→	حركة خطية في اتجاه السهم.		الدوران في اتجاه السهم ومحدد.
↔	حركة خطية في الاتجاهين		الدوران مستمر او تشغيل دائم.
	حركة خطية في اتجاه السهم. تنعكس مرة واحدة عند حد معين.		لفة واحدة او دورة تشغيل واحدة.
	حركة خطية محددة وترددية.		اللفات لكل دقيقة فقط.
	اتجاه الدوران في اتجاه هذا السهم		
	الدوران في الاتجاهين.		

والجدول (٢-٣) يعرض رموز التشغيل والتي توضع أحيانا على الضواغط أو لمبات البيان.

الجدول (٢-٣)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	تشغيـــل		تشغيل أتوماتيكي
	إيقاف أو فصل		تشغيل عند الضغط المستمر على الضاغط
	تشغيل أو إيقاف		إيقاف طوارئ ولونه أحمر

٢-١-٢ مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية

وتستخدم هذه المفاتيح إما في التحكم في الأجسام المتحركة أو التحكم في الحركـــة المكـــررة ويعمل مفتاح نهاية المشوار الميكانيكي نتيجة ضغط عنصر الفعل للمفتاح فتتحول ريـــش تلامســـه المفتوحة طبيعيا NO إلى مغلقة و الريش المغلقة طبيعيا NC إلى مفتوحة .

و توجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل لها كما هو مبين بالشكل (٢-٤) وهم كما يلي :-

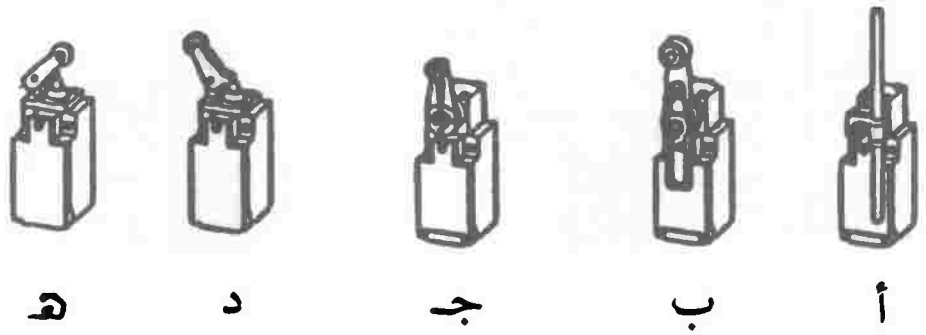
مفتاح بذراع يدفع باليد في أي اتجاه (الشكل أ)

مفتاح بعجلة يمكن رفعها أو خفضها تدفع بكامه تتحرك يمينا أو يسارا (الشكل ب)

مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينا أو يسارا (الشكل جـــ)

مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك إلى أعلى (الشكل د)

مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينا (الشكل هـــ)

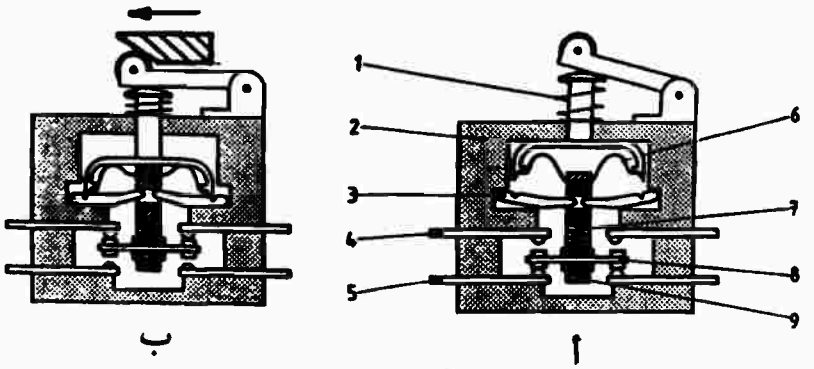


أ ب جـ د هـ

الشكل (٢-٤)

وعادة فإن عنصر الفعل للمفتاح يقوم بدفع ريش تلامس المفتاح و التي تكون في الغالب عبارة عـــن ريشتين NO+NC أو ريشة قلاب CO والشكل (٢-٥) يبين قطاعين لمفتاح نهاية مشوار

بخابور وعجلة لها حرية الحركة في اتجاه اليسار أحدهما في الوضع الطبيعي (الشـــكل أ) والثـــاني في وضع التشغيل تحت تأثير ضغط كامة على عجلة المفتاح (الشكل ب) .

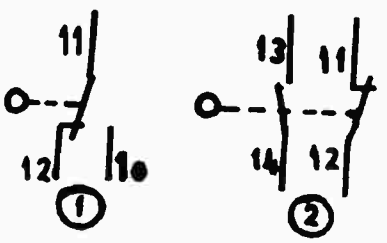


الشكل (٢-٥)

حيث أن :-

عنصر الفعل (خابور يدفع بعجلة من الصلب)	1	كامة توجيه أذرع الدفع	6
جسم المفتاح	2	ياي إرجاع	7
ذراع دفع حامل الريشة المتحركة	3	ريشة متحركة	8
ريشة مفتوحة	4	حامل الريشة المتحركة	9
ريشة مغلقة	5		

والشكل (٢-٦) رموز مفتاح نهاية المشوار الميكانيكية فالرمز 1 لمفتاح نهاية مشوار بريشة قـــلاب CO و الرمز 2 لمفتاح نهاية مشوار بريشتين NO+NC



الشكل (٢-٦)

٢-١-٣ المفاتيح التقاربية Proximity Switches

تنقسم المفاتيح التقاربية إلى ثلاثة أنواع تبعا لنظرية عملها وهم :-

١- **مفاتيح تقاربية حثية** و يبنى عملها على توليد مجال مغناطيسي يتغير عند اقتراب جسم معـــدني

مغناطيسى مثل الحديد .

٢- **مفاتيح تقاربية سعوية** :- ويبنى عملها على توليد مجال كهربي يتغير عند اقتراب جسم عازل كهربيا منها .

٣- **مفاتيح تقاربية مغناطيسية** :- حيث تنعكس ريشة المفتاح عند اقتراب مغناطيس دائم لها وعادة فإن هذا المغناطيس يثبت على مكابس الأسطوانات الهوائية .

مميزات المفاتيح التقاربية :-

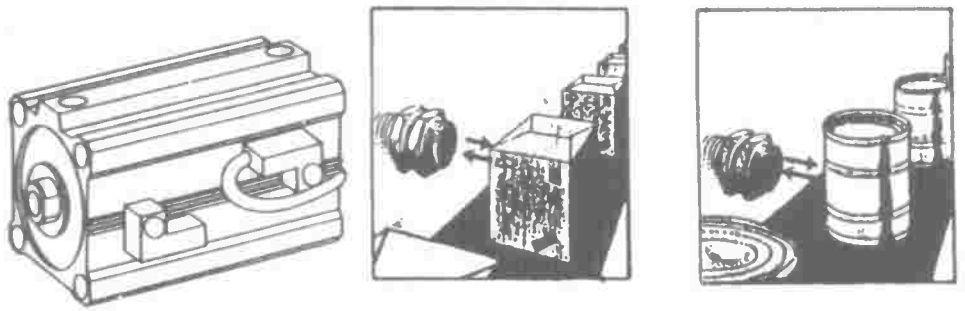
- ليس لها أجزاء متحركة
- عمرها لا يتأثر بعدد مرات التشغيل و الفصل و لا بمعدل التشغيل
- لا تتأثر بالرطوبة ولا بالزيت ولا بالأتربة
- لها استجابة سريعة جدا عند اقتراب جسم غريب منها مما يقلل من التيار العابر وتتراوح مسافة إحساسها ما بين 0:40 mm ولكل مفتاح تقاربي مسافة إحساس تعتمد على تصميمه

و من العوامل المهمة في اختيار المفتاح التقاربي المناسب ما يلي :-

١- **معرفة نوع الأجسام التي ستقترب من المفتاح** :- فإذا كانت من الحديد يستخدم النوع الحثي وإذا كانت عازلة كهربيا يستخدم المفتاح السعوي وإذا كان وضع أسطوانة يستخدم المفتاح المغناطيسي .

٢- **مسافة الإحساس** :- وهي أكبر مسافة يشعر عندها المفتاح باقتراب جسم غريب منة ويقوم حينئذ بتغيير وضع ريشة تلامس فتصبح المفتوحة طبيعيا NO مغلقة والعكس بالعكس .

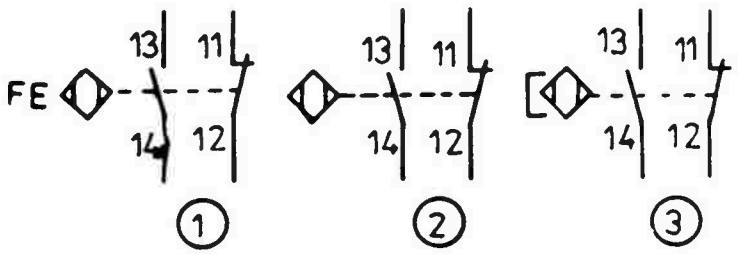
و الشكل (٢-٧) يبين صورة لمفتاح حثى يستخدم في عملية عد براميل حديدية (الشكل أ) وصورة لمفتاح سعوي يستخدم في عملية عد صناديق من الكرتون (الشكل ب) و صورة لمفتاحين مغناطيسيين يستخدما في تتبع وضع مكبس أسطوانة (الشكل جـ) .



أ ب جـ

الشكل (٢-٧)

و الشكل (٢-٨) يعرض الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية فالرمز 1 لمفتاح تقاربي حثي و الرمز 2 لمفتاح تقاربي سعوي و الرمز 3 لمفتاح تقاربي مغناطيسي



الشكل (٢-٨)

٢-١-٤ مفاتيح الخلايا الضوئية

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذي يتراوح ما بين عدة ملي مترات إلى عدة أمتار كما أنها تعمل مع أي نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربيا أو موصلة كهربيا .

ويمكن تقسيم الخلايا الضوئية حسب أنظمة عملها إلى :-

١- **نظام الطريق الواحد** :- حيث يثبت المرسل Transmitter والمستقبل Receiver للخلية الضوئية عند ركني المنطقة المراد اكتشاف أي جسم غريب يمر فيها و أقصى مسافة بين المستقبل و المرسل في هذا النظام ثلاثون مترا ويساعد هذا النظام على اكتشاف حركة الأجسام الغير شفافة والغير عاكسة .

٢- **النظام الانعكاسي** :- حيث يكون المستقبل و المرسل مجتمعين معا في غلاف واحد وتحتاج

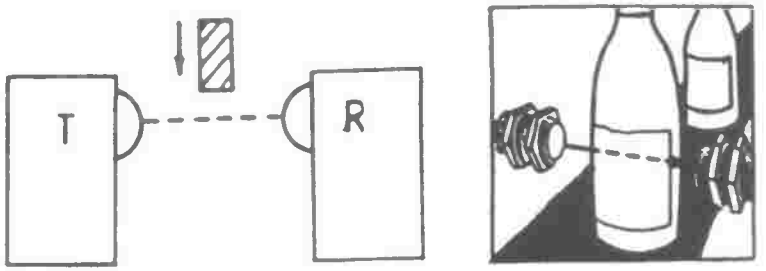
الخلايا الضوئية التي تعمل بهذا النظام لسطح عاكس و يتلخص مبدأ عمل هذا النظام على أن المرسل يرسل أشعة تحت الحمراء وعندما تصدم هذه الأشعة بالسطح العاكس ترتد لتسقط على المستقبل و هذا يمثل الوضع الطبيعي . أما إذا مر جسم غريب بين الخلية والعاكس فإن الأشعة تحت الحمراء لن ترتد مرة أخرى إلى المستقبل الموجود داخل الخلية . وهنا يتغير وضع ريشة تلامس الخلية الضوئية و أقصى مسافة بين الخلية و العاكس عشرة أمتار . ويستخدم هذا النظام لاكتشاف حركة الأجسام التي تعكس الأشعة الضوئية .

٣- **النظام التقاربي** :- ويوضع المرسل و المستقبل داخل غلاف واحد بحيث أن المرسل يرسل أشعة فوق بنفسجية وعندما يمر جسم غريب في منطقة عملها تصطدم هذه الأشعة لتسقط على المستقبل فيتغير وضع ريشة التلامس لمفتاح وأقصى مسافة بين الخلية و الجسم المتحرك ثلاثون سنتيمترا و يستخدم هذا النظام لاكتشاف حركة الأجسام الشفافة والعاكسة والشكل (٢-٩) يوضح نظرية عمل هذه الأنظمة حيث أن :-

نظام الطريق الواحد الشكل (أ)

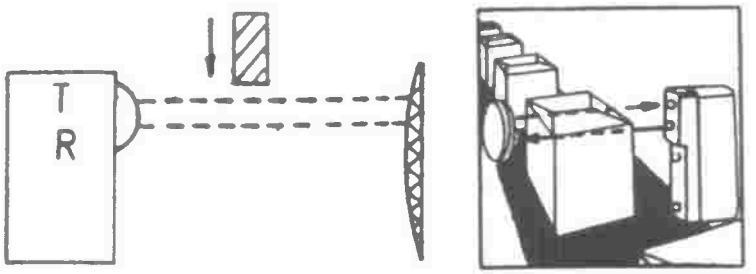
نظام الانعكاسي الشكل (ب)

نظام التقاربي الشكل (جـ)



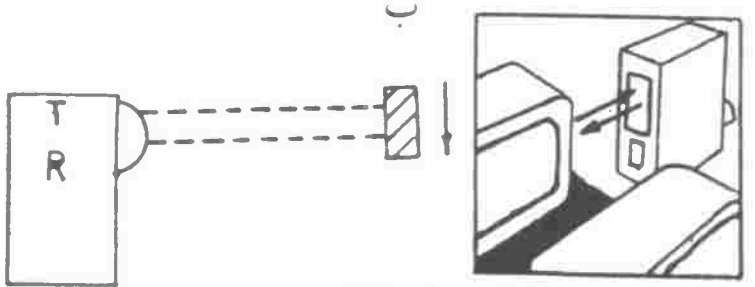
نظـــام الطريـــق الواحـــد

أ



النظـــام الانعكاســـــى

ب

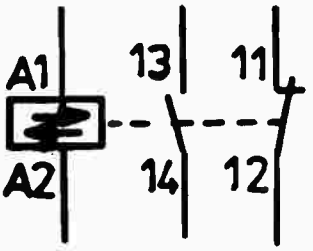


النظـــام التقاربـــــى

جـ

الشكل (٢-٩)

والشكل (٢-١٠) يعرض رمز خلية ضوئية غير قياسي حيث أن A1,A2 أطراف ملف الخليـة و يوصلا بجهد المصدر أما 13- 14 فهيا أطراف ريشة مفتوحة طبيعيا NO و الأطـــراف 11-12 أطراف ريشة مغلقة طبيعيا NC .

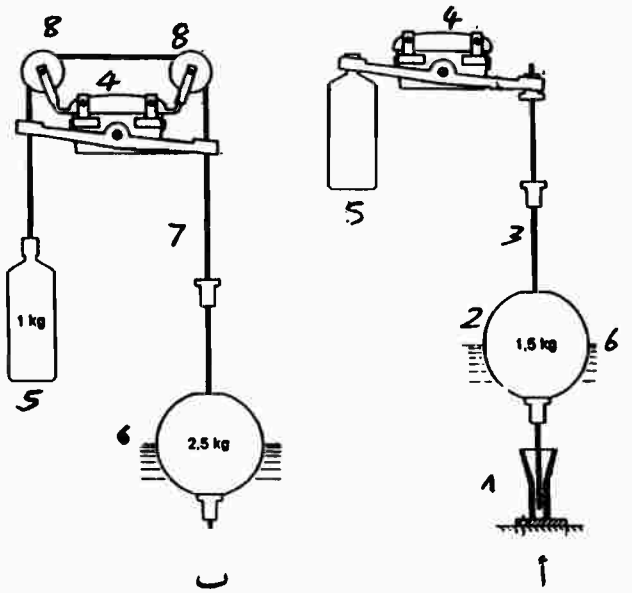


الشكل (٢-١٠)

٢-١-٥ مفاتيح العوامات

وهي تستخدم في التحكم في تشغيل المضخات الكهربية تبعا لمستوى السوائل في الخزانات والذي يتم تحديده بواسطة مجموعة من مفاتيح العوامات مثبتة على مستويات مختلفة ويمكن استخدام مفاتيح العوامات لبيان مستوى السوائل داخل الخزانات

و الشكل (٢-١١) يعرض المسقط الرأسي النوعين من مفاتيح العوامات .



ب أ

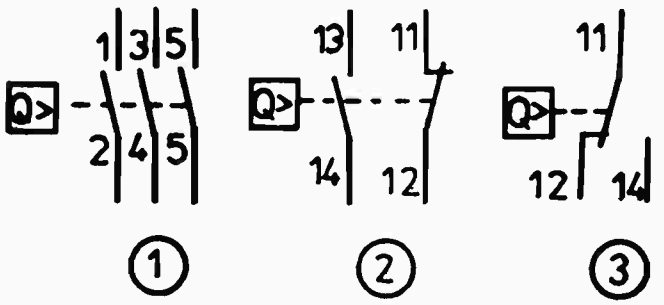
الشكل (٢-١١)

حيث أن :-

مكبس يثبت أسفل الخزان	1
كرة من البلاستك	2
عمود	3

المفتاح	4
وزن معاكس	5
منسوب السائل	6
حبل	7
بكرة	8

فالشكل (أ) لمفتاح عوامة بعمود ويستخدم عندما تسبب المضخات المستخدمة دوامات شديدة والشكل (ب) لمفتاح عوامة بحبل ويستخدم عندما تكون عملية الضخ خالية من الدوامات . والشكل (٢-١٢) يبين الرموز الكهربية للأنواع المختلفة للعوامات فالرمز 1 لمفتاح عوامة بثلاثة أقطاب والرمز 2 لمفتاح عوامة بريشتين NO+NC والرمز ثلاثة لمفتاح عوامة بريشة قلاب CO .



الشكل (٢-١٢)

٢-١-٦ مفاتيح الضغط والخلخلة

صممت هذه المفاتيح لتنظيم و مراقب الضغط والخلخلة في دوائر الموائع (السوائل والغازات) وتحتوي هذه المفاتيح إما على ريشة تحكم كالمستخدمة في مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية أو تحتوي على ريشة تلامس رئيسية لفصل ووصل المحركات مباشرة .

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعا لطريقة ضبطها :-

النوع الأول :- يضبط عند القيمة العظمى للضغط فمثلا إذا ضبط المفتاح على ضغط 7 ضغط جوي فإننا نلاحظ أنه عندما يصل ضغط المائع لهذه القيم تتغير حالة المفتاح لوضعه الطبيعي ويقال في هذه الحالة فرق الضغط Δp هذا المفتاح يساوي :-

$$\Delta p = P_{off} - P_{on}$$

حيث أن ضغط القطع P_{off}

ضغط الوصل P_{on}

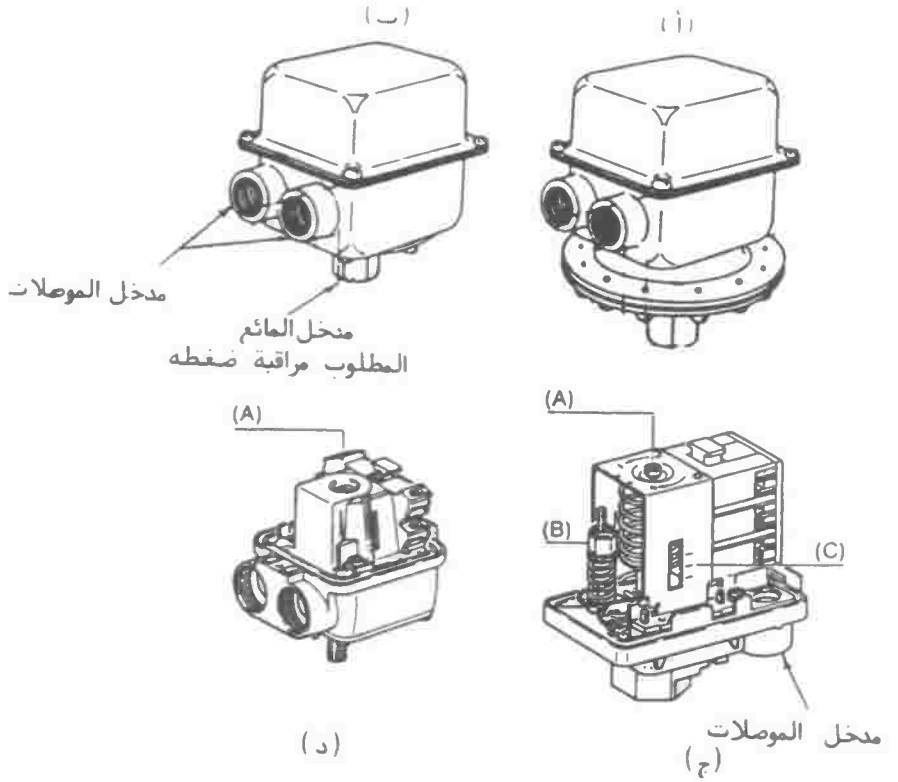
فرق الضغط Δp

و يساوي في هذا المثال 4 ضغط جوي وهو ثابت في هذا النوع و يختلف في من مفتاح لآخر تبعا لتصميمه .

النوع الثاني :- وفيه يتم ضبط كلا من ضغط القطع P_{off} و كذلك الضغط الفرقي Δp ويكون مزودا بمكانين للمعايرة فمثلا لو ضبط P_{off}على 8 ضغط جوي و ضبطت Δp على 3ضغط جوي فإن ريشة تلامس المفتاح تنعكس عند وصول ضغط المائع إلى8 ضغط جوي و تعود ريشة تلامس المفتاح لوضعها الطبيعي عند وصول ضغط المفتاح إلى5 ضغط جوي . وتستخدم هذه المفاتيح في التحكم في الضواغط الهوائية و المضخات الهيدروليكية ومضخات الماء و السوائل الأخرى .

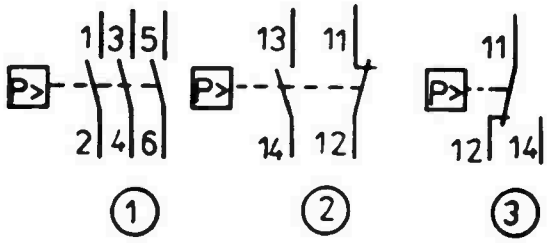
وتعمل مفاتيح الضغط و الخلخلة إما بغشاء مطاطي Diaphragm أو مكبس Piston وبالشكل (٢-١٣) عدة نماذج لمفاتيح الضغط فالشكل (أ) لمفتاح ضغط بغشاء و الشكل (ب) لمفتاح ضغط بمكابس والشكل (جـ) لمفتاح ضغط بغشاء مطاطي مكشوف عنه غطاؤه و يحتوي المسمار A لمعايرة ضغط القطع P_{off} و الصامولة B لضبط الضغط الفرقي Δp أما التدريج C لمعرفة قيمة ضغط القطع .

والشكل (د) هو لمفتاح ضغط بمكبس مكشوف عنه غطاؤه حيث إن المسمار A لمعايرة ضغط القطع P_{off} .



الشكل (٢-١٣)

والشكل (٢-١٤) يعرض رموز مفاتيح الضغط فالرمز 1 لمفتاح ضغط بثلاثة أقطاب و الرمز 2 لمفتاح ضغط بريشتين NO+NC والرمز 3 لمفتاح ضغط ريشة قلاب CO .



الشكل (٢-١٤)

٢-١-٧ مفاتيح درجة الحرارة

يسمى مفتاح درجة الحرارة بالترموستات و تنقسم مفاتيح درجة الحرارة تبعا لطريقة ضبطها إلى نوعين و هما :-

١- **مفاتيح درجة حرارة بمكان معايرة واحد لدرجة حرارة القطع T_{off} :-** ويكون فرق درجات الحرارة لها ΔT ثابت وقيمته تعتمد على تصميم المفتاح

٢- **مفاتيح درجة حرارة بمكانين لمعايرة أحدهما درجة حرارة القطع T_{off} والثاني لمعايرة درجة الحرارة الفرقية ΔT :-** والمعادلة التالية توضح فكرة عمل مفاتيح درجة الحرارة في حالة التسخين

$$T_{off} = \Delta T + T_{on}$$

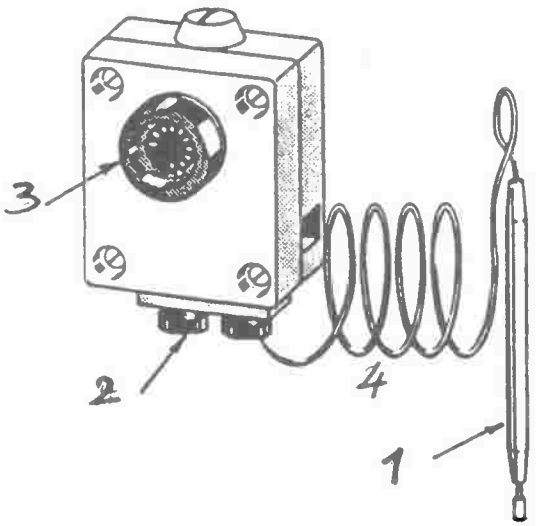
فمثلا إذا ضبطت درجة حرارة القطع عند 80 C ودرجة الحرارة الفرقية 30 C فعند وصول درجة الحرارة إلى 80 C تنعكس حالة ريشة المفتاح وعند انخفاض درجة الحرارة وصولا إلى 50 C تعود ريشة المفتاح لوضعها الطبيعي .

والمعادلة التالية توضح فكرة عمل مفاتيح درجة الحرارة عند التبريد

$$T_{on} = T_{off} + \Delta T$$

فمثلا إذا ضبطت درجة الحرارة القطع عند 20 C وضبطت درجة الحرارة الفرقية عند 10 C فعندما تكون درجة حرارة دورة التبريد عند 10 C أو أكبر تكون ريش المفتاح كما هي وعندما تصل درجة حرارة دورة التبريد إلى 20 C تنعكس حالة ريش المفتاح . وعادة تستخدم مفاتيح درجة الحرارة في الأفران الكهربية و أنظمة التبريد و التكييف و العمليات الكيميائية الخ

والشكل (٢-١٥) يعرض نموذج لمفتاح درجة حرارة يستخدم في أنظمة التكييف حيث أن :-



1 مجس درجة الحرارة (بصيلة)

2 مدخل المحصلات الكهربية

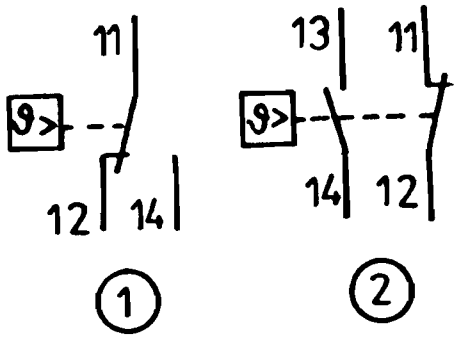
3 مكان معايرة درجة حرارة القطع

4 أنبوبة شعرية توصل بين البصيلة والمفتاح

حيث توضع بصيلة المفتاح على المكان المراد متابعة درجة حرارته .

الشكل (٢-١٥)

والشكل (٢-١٦) يبين رموز مفاتيح درجة الحرارة فالرمز 1 لمفتاح درجة حرارة بريشة قـــلاب CO والرمز 2 لمفتاح درجة حرارة بريشتين NO+NC .



الشكل (٢-١٦)

٢-٢ أجهزة المداخل التناظرية

ويطلق على هذه الأجهزة المجسات Transducers ويوجد نوعان من هـــذه الأجـــهزة وهما:-

١- **مجسات غير فعالة Passive** :- وتكون عبارة عن عبارة متغيرة تعتمد قيمتها على خـــرج النظام

٢- **مجسات فعالة Active** :- ويكون خرجها إما إشارة جـــهد 0: 10 V أو 0:1 V أو إشارة تيار 0:20 mA تعتمد قيمتها على خرج النظام على سبيل المثال مولد التاكو الـــذي يستخدم لتحويل سرعة الدوران بجهد كهربي يتناسب مع السرعة فإذا كانت ســـرعة المحـــرك 1500Rpm وكان خرج التاكو 5 V+ فإن هذا يعني أن معـــامل تحويـــل التـــاكو هـــو 300Rpm/V و بالتالي عندما تصبح سرعة المحرك 1200 Rpm يصبح خرج مولد التـــاكو مساويا 4 V = 1200/300 وهكذا . وفي الفقرات القادمة سنتناول بإيجاز الأنواع المختلفـــة للمجسات التناظرية .

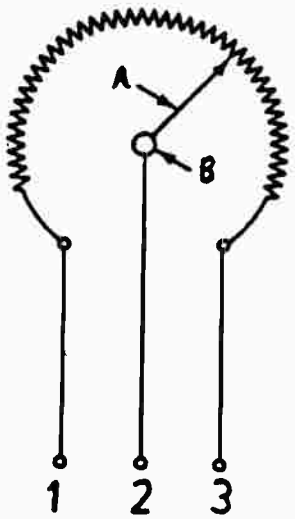
٢-٢-١ مجسات الحركة الزاوية Angular- Displacement Transducer

يعتبر مجزئ الجهد الدوار من أهم مجسات الحركة الزاوية لجهد فعند دوران ذراع مجزئ الجـــهد في اتجاه عقارب الساعة تزداد المقاومة بين النقطتين 1,2 ، وعند دوران ذراع المجزئ في عكس اتجاه عقارب الساعة تقل المقاومة بين النقطتين 1,2 ويمكن تسليط جهد مستمر 10 V+ مثـــلا بـــين النقطتين 1,3 للحصول على خرج جهد من النقطة 2 يتناسب طرديا مع الحركة الزاوية .

و الشكل (٢-١٧) يبين رمز مجزئ الجهد الدوار و المستخدم كمحول حركة زاوية لجهد .

حيث أن :-

ذراع المجزئ	A
محور دوران الذراع	B



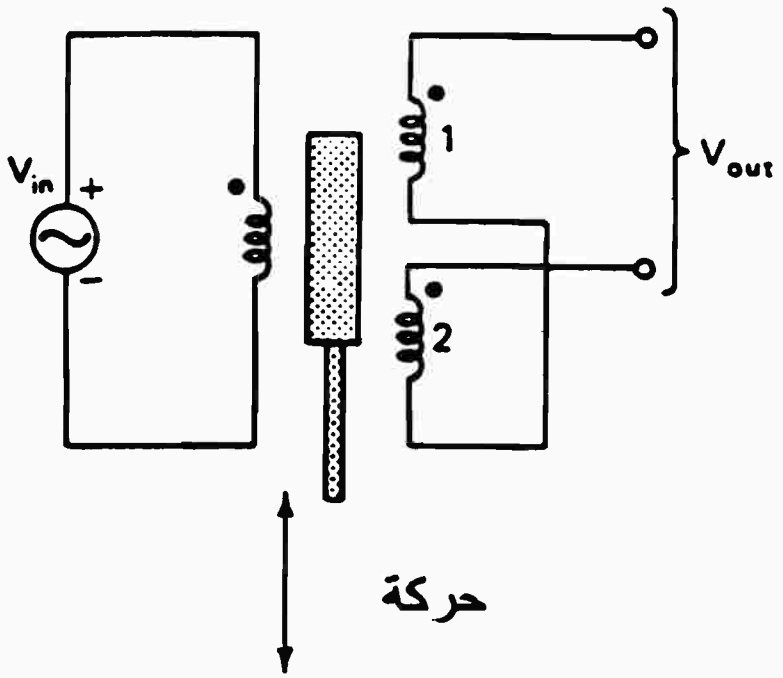
الشكل (٢-١٧)

٢-٢-٢ مجسات الإزاحة الخطية Linear- Displacement Transducer

من أشهر مجسات الإزاحة الخطية محول الإزاحة التفاضلي المتغير LVDT و يتكون هذا المحول من ملف ابتدائي و ملفين ثانويين وقلب مغناطيسي متحرك و يتم تغذية الملف الابتدائي بجهد متردد 10 V يتراوح تردده ما بين (50 HZ : 15 KHZ) ويتم توصيل الملفين الثانويين بالتوالي حيث يكون خرج الملف الثانوي صفرا عندما يكون القلب المغناطيسي في المنتصف وعند إزاحة القلب المغناطيسي إلى أعلى أو أسفل يتولد فرق جهد على أطراف الملف الثانوي نتيجة للحث المتبادل بين الملفين الابتدائي و الثانوي و تزداد قيمة فرق الجهد على أطراف الملف الثانوي بزيادة الإزاحة . والجدير بالذكر أن خرج الملف الثانوي يدخل على كاشف زاوية وجه Phase Angle إلكتروني لتحديد زاوية الوجه فإذا كانت حركة القلب المغناطيسي للمحول لأسفل فإن خرج كاشف زاوية الوجه يكون سالبا و بقيمة تتناسب مع مقدار الإزاحة والعكس بالعكس .و الشكل (٢-١٨) يبين الدائرة الكهربية لمولد الإزاحة التفاضلي المتغير LVDT

حيث أن :-

جهد الدخل المتردد	Vin
جهد الخرج	Vout



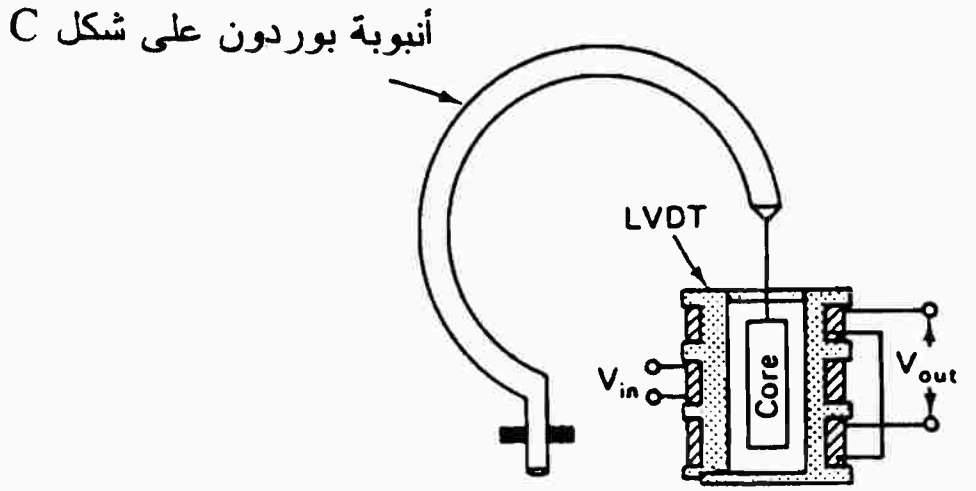
الشكل (٢-١٨)

٢-٢-٣ مجسات الضغط Pressure Transducer

تعتبر أنبوبة بوردون Burdon Tube ذات الغشاء المطاطي Bellow من أشهر مجسات الضغط حيث تقوم هذه الأجهزة بتحويل الضغط لحركة ميكانيكية خطية أو دورانية ثم باستخدام LVDT أو مجزئ جهد دوار يمكن تحويل الحركة الخطية أو الحركة الدورانية .

أولا أنبوبة بوردون :-

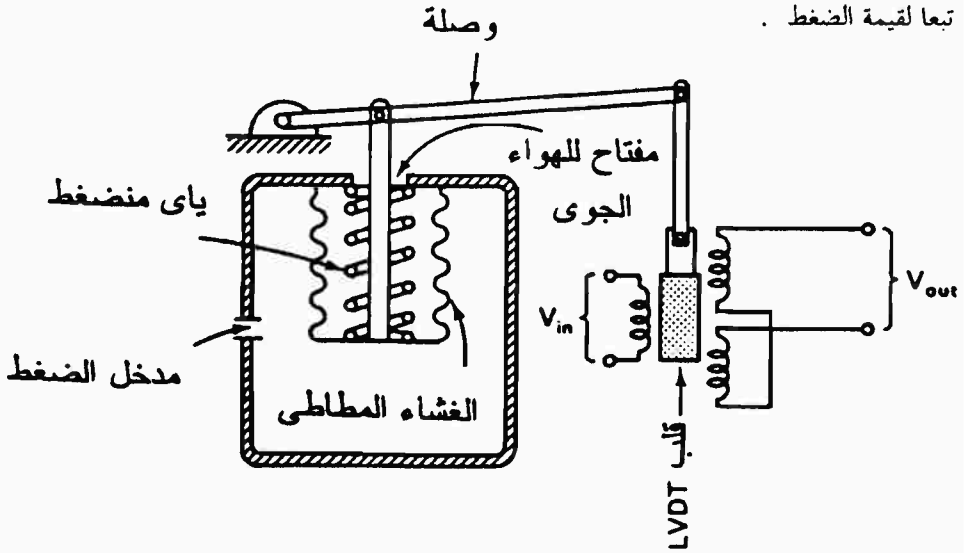
الشكل (٢-١٩) يعرض طريقة استخدام أنبوبة بوردون مع LVDT لتحويل الضغط لأشارة جهد . فعند دخول المائع المضغوط داخل الأنبوبة تتمدد فيحدث إزاحة خطية لقلب LVDT فتخرج إشارة جهد تناسب مع الإزاحة علما بأنه إذا كانت إشارة جهد خرج LVDT موجبة دل على أن الضغط بالموجب وإذا كانت سالبة دل على أن الضغط بالسالب (خلخلة) .



الشكل (٢-١٩)

ثانيا الغشاء المطاطي :- Bellow

الشكل (٢-٢٠) يبين طريقة استخدام الغشاء المطاطي مع LVDT لتحويل الضغط لإشـــارة جهد فعند دخول المائع المضغوط فتحة الضغط ينكمش الغشاء المطاطي ضد قوة دفع الياي فتتحـرك وصلة التوصيل Linkage و بالتالي يتحرك القلب المغناطيسي لمحول LVDT فيتغير جهد خرجـه تبعا لقيمة الضغط .



الشكل (٢-٢٠)

٢-٢-٤ مجسات درجة الحرارة Temperature Transducers

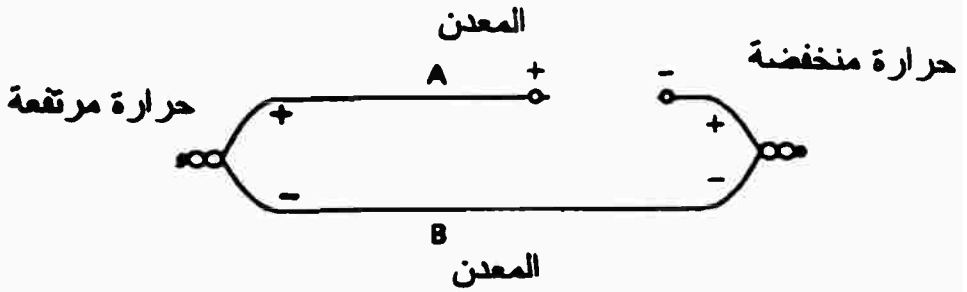
سنتعرض في هذه الفقرة لنوعي من مجسات درجة الحرارة و هما :-

١-الازدواجات الحرارية Thermocouples

٢-مجسات درجة الحرارة ذات المقاومة Resistive Temperature Transducers

الازدواجات الحرارية :-

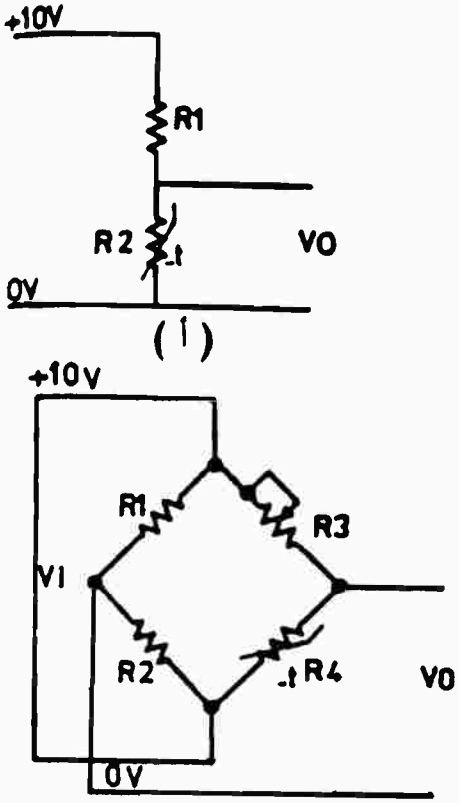
يبنى عمل الازدواج الحراري على أنه عند عمل وصلتين من معدنين مختلفين إحداهما درجة حرارتها مرتفعة والأخرى درجة حرارتها منخفضة يتولد فرق جهد بينهما كما هو واضح من الشكل (٢-٢١)



الشكل (٢-٢١)

مجسات درجة الحرارة ذات المقاومة :-

وتستخدم مقاومات حرارية في بناء هذه المحولات و الشكل (٢-٢٢) يعرض نماذج بسيطة لهذه المحولات ففي الشكل (أ) عندما ترتفع درجة حرارة المقاومة R2 فإن قيمة المقاومة تزداد وبالتالي يزداد الجهد الخارج من أطراف المقاومة . وفي الشكل (ب) عند درجة الحرارة المعتادة يتم ضبط خرج القنطرة VO مساويا صفرا بواسطة المقاومة R3 و عند ارتفاع درجة حرارة المقاومة R4 يتولد جهد على أطراف الخرج VO يتناسب مع درجة الحرارة .



الشكل (٢-٢٢)

٢-٢-٥ مجسات السرعة Tachometer

يقوم مولد التاكو بتحويل سرعة الأعمدة الدوارة إلى إشارة كهربية و هناك نوعان من مولدات التاكو تبعا لإشارة الخرج وهما :-

١-مولد تاكو بجهد متغير Magnitude Tacho

٢-مولد تاكو بتردد متغير Frequency Tacho

أما مولدات التاكو ذات الجهد المتغير فهى عادة تكون مولدات تيار مستمر صغيرة لها خواص خطية ، و نحصل على جهد خرج مولد التاكو من المعادلة التالية :-

$$V = K N$$

حيث أن :-

ثابت مولد التاكو K

السرعة RPM N

الجهد بالفولت V

أما مولدات التاكو ذات التردد المتغير فهي تتواجد في عدة صور أهمها

مولدات تيار متغير صغيرة لها مجال مغناطيسي دائم في العضو الدوار و يقوم المجال الدوار الناتج عن دوران العضو الدوار للمولد بتوليد تيار متغير في العضو الثابت له تردد نحصل عليه من المعادلة التالية:-

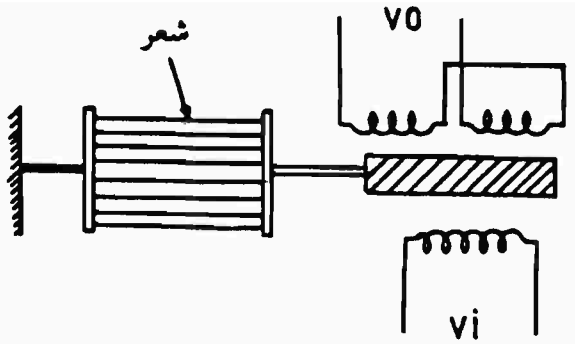
$$F = PN / 120$$

حيث أن :-

التردد (HZ)	F
عدد أقطاب المولد	P
السرعة (RPM)	N

٢-٢-٦ مجسات الرطوبة Humidity Transducer

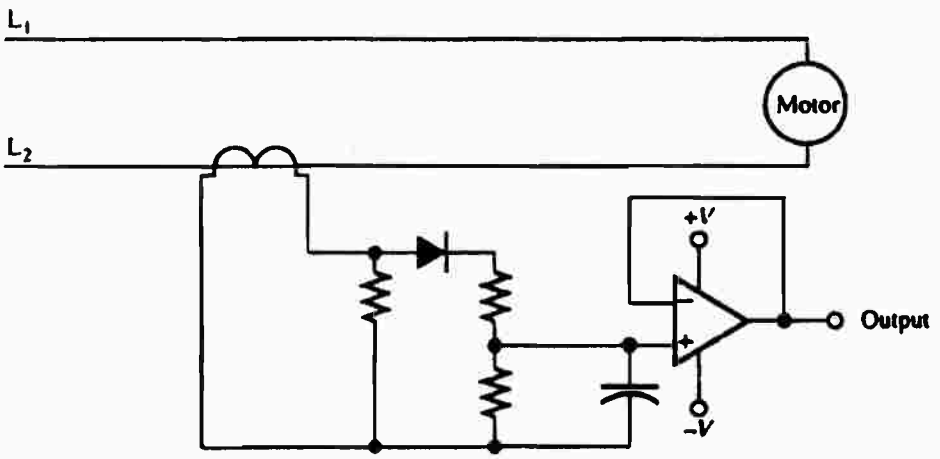
يقصد بالرطوبة وزن بخار الماء الموجود في المتر المكعب من الهواء أما الرطوبة النسبية فهي النسبة بين وزن بخار الماء الموجود في المتر المكعب من الهواء ووزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر المكعب من الهواء عند نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة . ومن المعروف أنه كلما ارتفعت حرارة الهواء ازدادت قدرة الهواء على حمل بخار الماء ، و يوجد العديد من الأجهزة المستخدمة لتحويل الرطوبة لجهد وأشهر هذه الأجهزة بل وأقدمها هو الهايجروميتر الشعري Hair Hygrometer وهو يصنع من شعر الإنسان أو الحيوان ، حيث يتغير طول شعر الإنسان أو الحيوان بمقدار 3% من طوله عند تغير الرطوبة النسبية من 10% إلى 100% ويمكن تحويل هذا التغير في الطول إلى إزاحة خطية تعمل على تشغيل LVDT وبالتالي نحصل على إشارة جهد تكافئ الرطوبة و الشكل (٢-٢٣) يبين شكلا مبسطا لهايجرومتر شعري . حيث أن Vi جهد الدخل ، Vo جهد الخرج .و يستخدم الهايجروميتر الشعري لقياس الرطوبة النسبية التي تتراوح ما بين (15% : 90%) عند درجات الحرارة التي تتراوح ما بين (1 : 40 C°) .



الشكل (٢-٢٣)

٢-٢-٧ مجسات التيار Current Transducer

تستخدم مجسات التيار لتحويل التيارات الكبيرة إلى جهود صغيرة تعبر عنها والشكل (٢-٢٤) يعرض دائرة مبسطة لمجس تيار حيث يقوم بتحويل التيار الكبير المسحوب بواسطة محرك إلى جهد صغير يتناسب مع هذا التيار و يستخدم في مجس التيار محول تيار Current Transformer حيث يقوم بتحويل تيار المحرك الكبير إلى تيار محرك صغير بحد أقصى 1A أو 5A ويتم توحيد تيار الملف الثانوي لمحول التيار CT بواسطة موحد ثم تأخذ إشارة من الجهد الخارج من الموحد بواسطة مجزئ جهد ثم تكبر هذه الإشارة بواسطة مكبر عمليات Op Amplifier للحصول على إشارة جهد تتناسب مع تيار المحرك .



الشكل (٢-٢٤)

٢-٣ أجهزة المخارج الرقمية

وهذه الأجهزة توصل بالمخارج الرقمية لأجهزة التحكم المبرمج و جميع هذه الأجهزة لها حالتين وهما :-

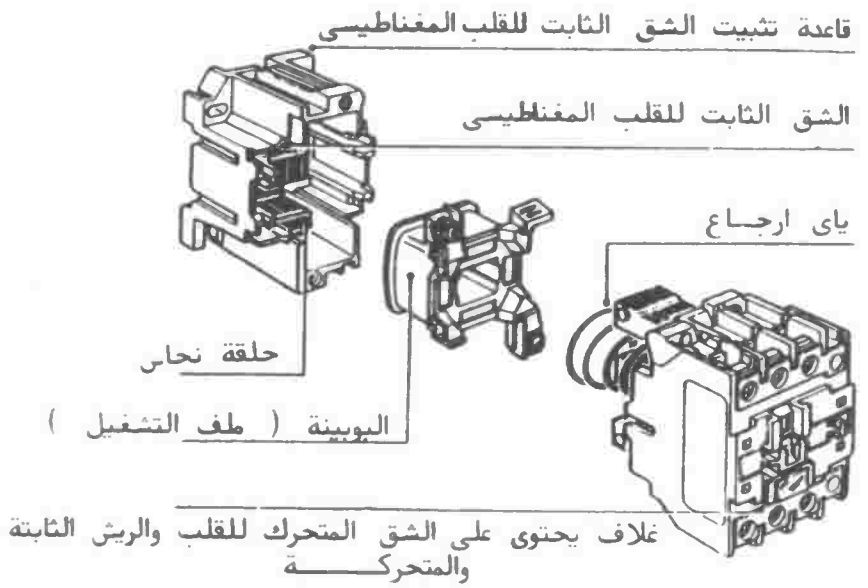
حالة تشغيل ON و حالة إيقاف OFF .

وفيما يلي أهم أجهزة المخارج الرقمية

١- الكونتاكتورات	Contactors
٢- المفاتيح الإلكترونية	Electronic Switches
٣- لمبات البيان	Indication Lamps
٤- الأبواق	Horns
٥- الصمامات الكهربية	Solenoid Valves
٦- الصمامات الإتجاهية	Directional Control Valves

٢-٣-١ المفاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتورات) Contactors

الشكل (٢-٢٥) يبين تركيب كونتاكتور من إنتاج شركة Telemecanique الفرنسية .

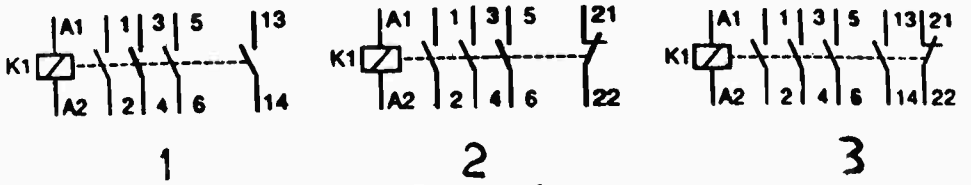


الشكل (٢-٢٥)

ويتكون الكونتاكتور من قلب مغناطيسي مصنوع من رقائق الصلب السليكوني المعزولة علما بأن

هذا القلب مشقوق إلى شقين أحدهما ثابت و الأخر متحرك و يوجد حول الشق الثـــابت ملـــف الكونتاكتور أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس . وتستخدم الكونتاكتورات في وصل و فصل الأحمال الكهربية مثل أحمال الإضاءة والتسخين و المحركات الكهربية .

و الشكل (٢-٢٦) يبين رمز كونتاكتور بثلاثة أقطاب و ريشة مفتوحة NO (الرمز 1) و رمـــز كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشة مغلقة NC (الرمز 2) ورمز كونتاكتور بثلاثة أقطاب وريشـــتين NO+NC (الرمز 3) .



الشكل (٢-٢٦)

٢-٣-٢ المفاتيح الإلكترونية Solid State Switches

تقوم المفاتيح الإلكترونية بوصل و فصل التيار الكهربي عن الأحمـــــال تمامـــا مثـــل المفـــاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتاكتورات) و يفضل استخدامها بدلا من الكونتاكتورات عند زيادة عدد مرات الوصل و الفصل في الدقيقة .

وتتواجد المفاتيح الإلكترونية في صورتين وهما :-

١-مفاتيح تيار مستمر إلكترونية

٢-مفاتيح تيار متردد إلكترونية وتنقسم بدورها إلى :-

أ-مفاتيح تيار متردد إلكترونية يتم إشعالها عشوائيا .

ب-مفاتيح تيار متردد إلكترونية يتم إشعالها لحظة العبور بالصفر .

الفرق بين هذين النوعين يتضح من الشكل (٢-٢٧) حيث أن :-

الموحة 1:- لجهد المصدر الكهربي .

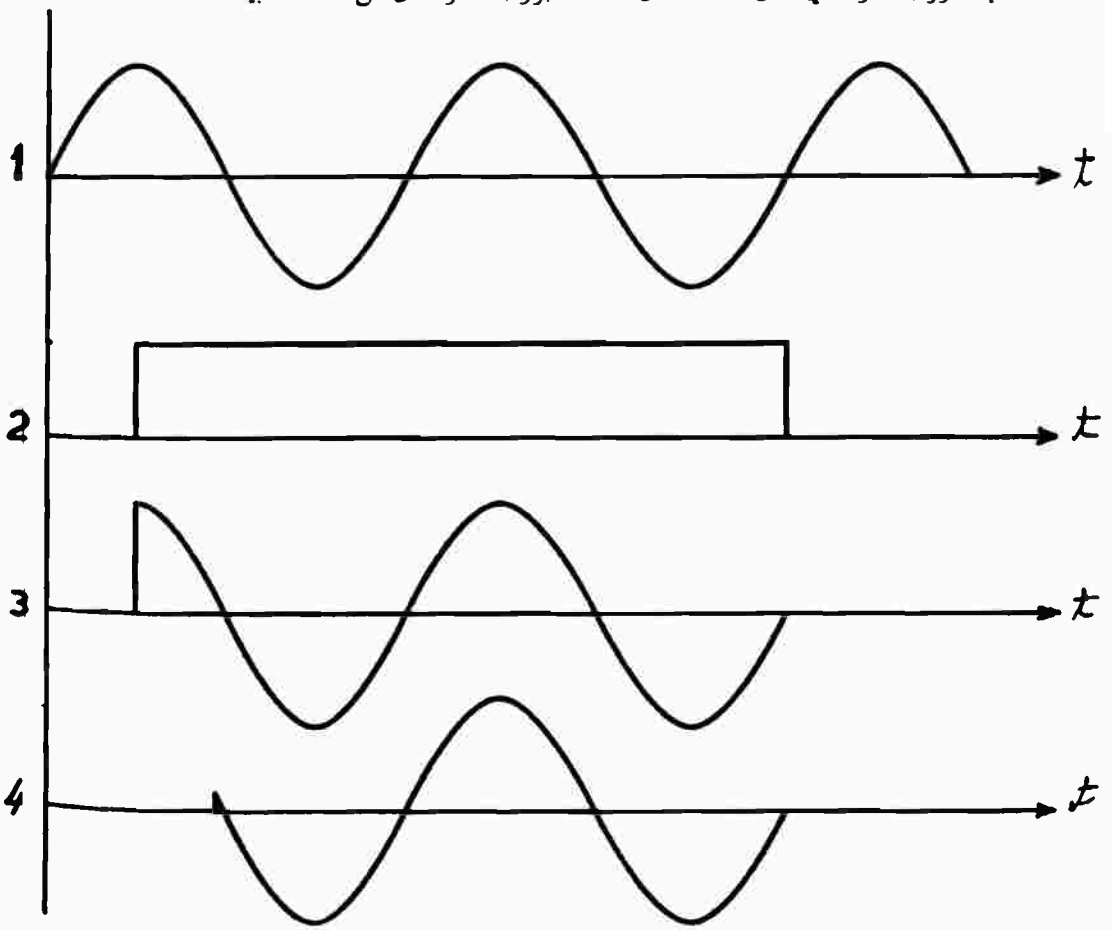
الموحة 2:- لجهد الإشعال (إشارة الدخل) .

الموحة 3:- جهد الخرج عند الإشعال العشوائي .

الموحة 4:- جهد الخرج عند الإشعال لحظة العبور بالصفر .

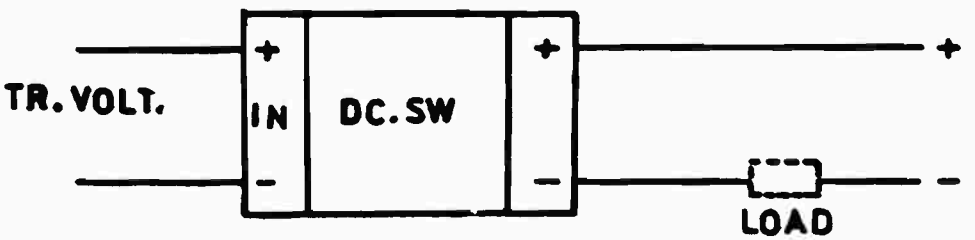
فالإشعال العشوائي يتم في اللحظة التي تصل فيها إشارة التحكم بغض النظر في زاوية الإشعال ممـــا

يسبب في إمرار تيارات عالية وكذلك تولد موجات راديو RFI تحـــدث تداخـــل في الأجـــهزة الإلكترونية القريبة في حين أن الأشعال لحظة العبور بالصفر خال من هذه السلبيات .



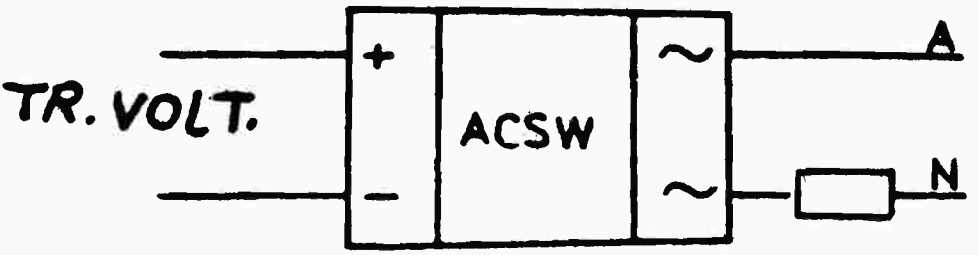
الشكل (٢-٢٧)

والشكل(٢-٢٨) يبين رمز موديل مفتاح تيار مستمر إلكتروني والمتوفر في الأسواق بدون الدخول



الشكل (٢-٢٨)

في تفاصيل عن دائرته الداخلية فعند وصول إشارة التحكم TR .VOLT أي جهد إشعال المفتاح الإشعال 5 V+ في حين أن جهد الحمل يصل إلى 220 V تيار مستمر والشكل (٢-٢٩) يبين رمز موديول مفتاح تيار متردد إلكتروني بدون الدخول في تفاصيل عن دائرته الداخلية فعند وصول إشارة التحكم TR.VOLT أي جهد الإشعال للمفتاح يتحول المفتاح لحالة الوصل و يكتمل مسار الحمل LOAD و يمكن أن يكون جهد الإشعال 5 V+ في حين أن جهد الحمل 220 V تيار متردد .



الشكل (٢-٢٩)

٢-٣-٣ لمبات البيان و الأبواق

أولا لمبات البيان :-

تستخدم لمبات البيان لإمكانية متابعة أداء العملية الصناعية أو الآلة من غرفة التحكم والجدول (٢-٤) يبين الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها .

الجدول (٢-٤)

اللون	المدلول
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية) .
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالقيمة القصوى أو الصغرى لها مثل الجهد أو التيار أو الضغط الخ .
أخضر	الماكينة تعمل أو جاهزة للعمل أو ضغط الهواء مناسب الخ .
أبيض	المفتاح الرئيسي في وضع التشغيل أو دائرة التحكم تعمل الخ .
أزرق	وظائف مختلفة عن ما سبق .

وتتواجد لمبات البيان المتوفرة في الأسواق في صورتين من حيث نوع التيار و هما :-

١-لمبات بيان تيار مستمر

٢-لمبات بيان تيار متردد وتنقسم بدورها إلى نوعين وهما :-

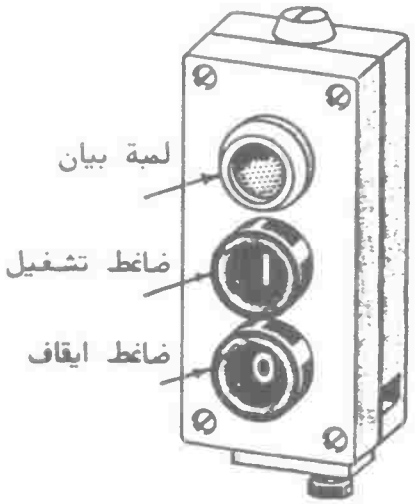
أ- لمبات بيان بمحول

ب- لمبات بيان بدون محول

علما بأنه يمكن تجميع لمبات البيان إما على أبواب لوحات التحكم أو شاسيه موجود داخل غرفة التحكم أو في وحدة تحكم من بعد كالمبينة في الشكل (٢-٣٠)وتتوفر لمبات البيان بجهود تشغيل مختلفة مثل :-

- 48 V أو 24 V تيار مستمر .

24 V,110 V,120 V,220 V,38 V ~ تيار متردد .



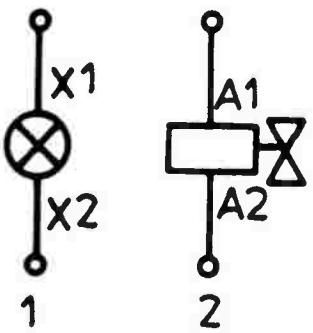
الشكل(٢-٣٠)

ثانيا الأبواق :-

عادة يستخدم في غرفة التحكم أبواق وذلك لتنبيه المشغل لحدوث أمور غير طبيعية مثل زيادة الحمل على أحد المحركات أو انخفاض الجهد أو الضغط في الدوائر النيوماتيكية أو الهيدروليكية ...الخ .

حينئذ يقوم المشغل بإسكات البوق Silence ثم البحث عن سبب المشكلة من خلال لمبات البيان و أخذ الإجراءات اللازمة لحل المشكلة و إعادة النظام لحالة التشغيل الطبيعي .

و عادة تختار الأبواق تبعا لجهد التشغيل و شدة الصوت المطلوب على بعد 1m من البوق وتقاس بوحدة dB الديسيبل والشكل (٢-٣١) يبين رمز لمبة بيان (الرمز1) ورمز بوق (الرمز2)



الشكل (٢-٣١)

٢-٣-٤ الصمامات الكهربية

تعتبر الصمامات الكهربية هي أحد وسائل التحكم في سريان الموائع و هناك عدة أنواع من الصمامات الكهربية من حيث عدد مساراتها مثل :-

١-صمامات كهربية بمسارين Two Way Valves

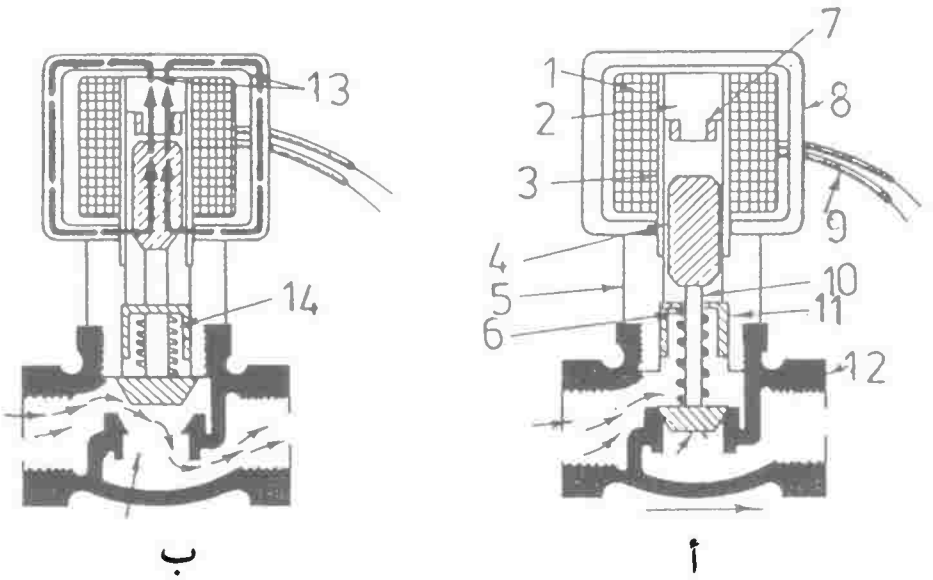
٢-صمامات كهربية بثلاثة مسارات Three Way Valves

و سنكتفي في هذه الفقرة بتناول الصمامات الكهربية ذات المسارين و التي تنقسم بدورها إلى:

أ-صمامات كهربية ذات تحكم مباشر Direct Acting

ب-صمامات كهربية ذات تحكم غير مباشر Pilot Operated

و الشكل (٢-٣٢) يعرض قطاع في صمام كهربي بتحكم مباشر في الوضع الابتدائي المغلـــق (أ) وفي وضع التشغيل المفتوح (ب) .



الشكل (٢-٣٢)

حيث أن:-

ملف كهربي	1	جسم الملف	8
القلب المغناطيسي الثابت	2	أطراف الملف الكهربي	9
أنبوبة يوضع بها القلب المتحرك	3	عمود دفع	10

القلب المغناطيسي المتحرك	4	غلاف ياي الإرجاع	11
غطـــــــاء	5	جسم الصمام	12
يـــــــاي إرجاع	6	مسار الفيض المغناطيسي	13
ملف كهربي مظلل	7	ياي الإرجاع مضغوط	14

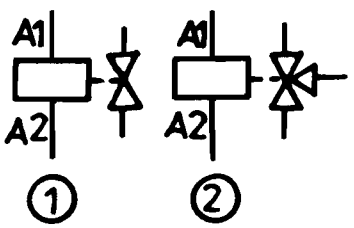
نظرية التشغيل :-

عند وصول تيار كهربي لملف الصمام يتكون مجال مغناطيسي يعمـــل علـــى جـــذب القلـــب المغناطيسي المتحرك لأعلى و بذلك تنكشف فتحة الصمام و من ثم يصبح الصمام مفتوحا و يتدفـق المائع عبر الصمام و عند انقطاع التيار الكهربي عن ملف الصمام يفقد ملف الصمام مغناطيســـيته فيعود القلب المغناطيسي المتحرك للصمام لوضعه الابتدائي بفعل ياي الإرجاع وتنغلق فتحة الصمام و يصبح الصمام مغلق و ينقطع تدفق المائع عبر الصمام .

و الجدير بالذكر أن هناك صمامات كهربية تكون بوضع ابتدائي مفتوح وعنـــد وصـــول التيـــار الكهربي لملف الصمام تتحول للوضع المغلق .

كما أن الصمامات الكهربية ذات التحكم المباشر عادة تستخدم عند التدفقات الصغيرة أما في حالة التدفقات الكبيرة فتستخدم الصمامات الكهربية ذات التحكم الغير مباشر و هي تحتوي بداخلـــها على صمام كهربي صغير يتحكم في الصمام الكبير .

و الشكل (٢-٣٣) يعرض رمز الصمام الكهربي ذو المسارين (الرمز 1) و ذو الثلاثة مســـارات (الرمز 2) .



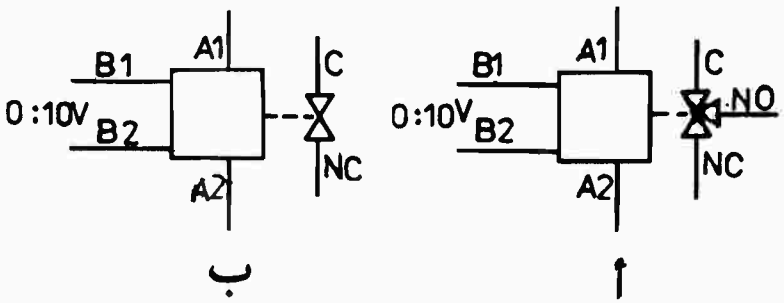
الشكل (٢-٣٣)

٢-٣-٥ أجهزة المخارج التناظرية

هناك العديد من أجهزة المخارج التناظرية و التي يتم توصيلها مـــع المخـــارج التناظريـــة لأجهزة التحكم المبرمج نذكر منها ما يلي :-

١-الصمامات الكهربية القابلة المعايرة :-وهذه الصمامات تستخدم في دورات التبريد والتسخين

بالماء في المباني وحيث تقوم هذه الصمامات بالتحكم في تدفق الماء البارد أو الساخن تبعا للإشارة الكهربية التي تصل إليها فتكون في وضع الفتح الكامل عند وصول إشارة جهد 10 V+ لها وتكون في وضع القفل الكامل عند وصول إشارة جهد 0 V لها و هناك نوعان من هذه الصمامات وهما صمامات بمسارين Two Way Valve وصمام بثلاثة صمامات Three Way Valve و الشكل (٢-٣٤) يوضح فكرة عمل هذه الصمامات .



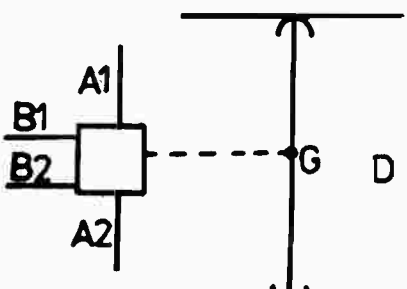
الشكل (٢-٣٤)

ففي الشكل (أ) صمام بثلاثة سكك قابل للمعايرة ففي الوضع الطبيعي يمر تدفق الماء من C إلى الفتحة NO وعند وصول إشارة جهد 2 V إلى مدخل التحكم يمر 20% من التدفق من C إلي NC و يمر 80% من التدفق من C إلى NO .

و في الشكل (ب) صمام بسكتين قابل للمعايرة ففي الوضع الطبيعي لا يمر أي تدفق في الصمام وعند وصول إشارة جهد 2V+ إلى مداخل التحكم في الصمام يفتح الصمام بمعدل 20% من الفتح الكامل وهكذا .علما بأن الأطراف A2 , A1 توصل بجهد المصدر المتردد 220 V والأطراف B2 , B1 توصل بخرج جهاز PLC .

٢- دامبرات الهواء القابلة المعايرة Dampers

وتستخدم هذه الدامبرات في أنظمة التكييف المركزية للتحكم في تدفق الهواء البارد أو الساخن للتحكم في درجة حرارة المناطق المختلفة و هي تعمل بنفس طريقة عمل الصمامات الكهربية القابلة المعايرة والشكل (٢-٣٥) يبين رمز دامبر الهواء القابل للمعايرة للتحكم في تدفق الهواء في المجرى D

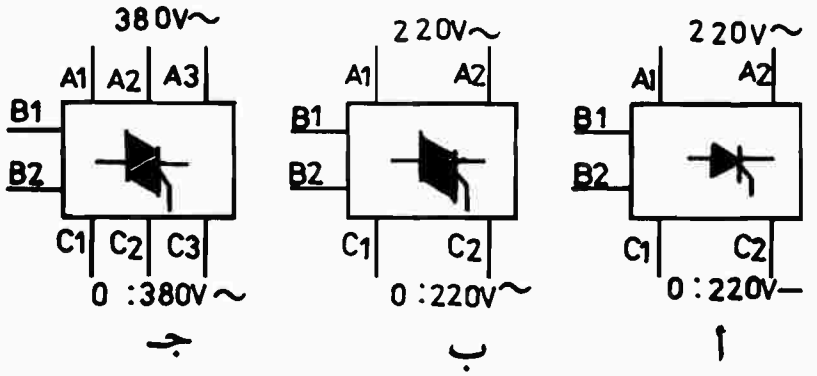


الشكل (٢-٣٥)

بواسطة البوابة G علما بأن الأطراف A1 , A2 توصل بجهد المصدر 220 V متردد وتصل الأطراف B1 , B2 مع خرج جهاز التحكم المبرمج .

٣- أجهزة التحكم التناسبية في القدرة Proportional Power Control Devices

وهي تقوم بالتحكم في القيمة الفعالة بجهد تشغيل النظام المتردد أو القيمة المتوسطة بجهد تشغيل النظام المستمر و ذلك بما يتناسب مع جهد إشارة دخلها ويبنى عملها على التحكم في زاوية إشعال الترياكات أو التايرستورات الداخلة في بنائها والشكل(٢-٣٦) يعرض رمز جهاز تحكم تناسبي في التيار المستمر(الشكل أ) ورمز جهاز تحكم تناسبي في التيار المتردد وجه واحد(الشكل ب) ورمز جهاز تحكم تناسبي في التيار المتردد ثلاثي الأوجه (الشكل جـ) علما بأن A3, A2, A1 أطراف التوصل مع التيار الكهربي المتردد أما B2, B1 أطراف التوصيل مع خرج جهاز PLC التناظري في حين أن C1,C2 ,C3 أطراف خرج جهاز التحكم التناسبي في القدرة .



الشكل (٢-٣٦)

٢-٤ أجهزة الحماية Protection Devices

يوجد العديد من أجهزة الوقاية التي يكثر استخدامها مع أجهزة PLC لحماية الدوائر الكهربية والمحركات و الموصلات نذكر منها :-

١- المصهرات الكهربية Fuses

٢- قواطع الدائرة المصغرة MCB'S

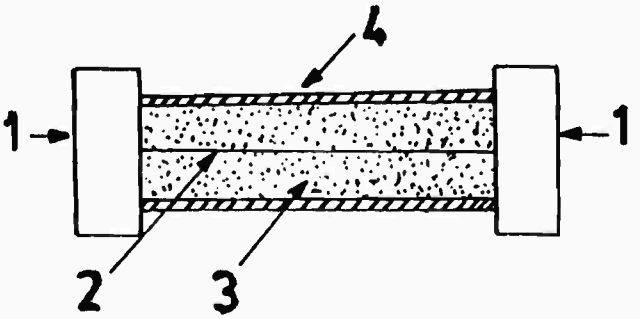
٣- المتممات الحرارية Over Loads

٢-٤-١ المصهرات الكهربية

تعتبر المصهرات الكهربية هي إحدى عناصر الحماية الهامة من زيادة التيار الناتج عن زيادة

الحمل على المحركات الكهربية أو حدوث قصر بين أحد الأوجه مع الآخر أو مع خط التعـــادل أو خط الأرضي و أكثر المصهرات استخداما هي المصهرات الخرطوشية Cartridge fuses وعنصر انصهار هذه المصهرات يكون دخل أنبوبة من السيراميك أو الزجاج و مملأ هذه الأنبوبة عادة بمـادة مانعة للحريق أو الشرارة مثل الكوارتز و يوصل عنصر الانصهار بنقطتين توصيل معدنيتين علـــى أطراف هذه الأنبوبة .

والشكل (٢-٣٧) يعرض قطاع في مصهر خرطوشي بسيط حيث أن:-



الشكل (٢-٣٧)

طرف توصيل معدني	1
عنصر الانصهار (سلك رفيع)	2
مادة إطفاء الشرارة (كوارتز)	3
أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك	4

وتستخدم المصهرات الخرطوشية في حماية الأجهزة الكهربية والإلكترونية و مآخذ التيار و يكون معامل انصهارها حوالي 1.5 فإذا كان التيار المقنن للمصهر 30 A فإن تيار انصهاره يكون 45 A تقريبا .

وفيما يلي أهم مميزات المصهر الخرطوشي :-

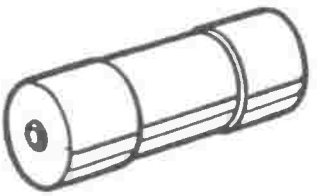
١-يحدث إخماد للقوس الكهربي الناتج عن عملية انصهار المصهر .

٢-زمن انصهار عنصر انصهاره صغير

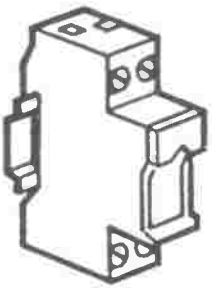
٣-له خواص ثابتة لأن عنصر انصهاره غير متعرض للأكسدة

و يعاب على المصهر الخرطوشي بارتفاع سعره كما أنه يحتاج لاستبداله عنـــد انصـــهار عنصـــر انصهاره .

و الشكل (٢-٣٨) يعرض صورة مصهر خرطوشي (الشكل أ) و صورة لحامل مصهر خرطوشي من إنتاج شركةLegrand الفرنسية .



أ



ب

الشكل (٢-٣٨)

٢-٤-٢ قواطع الدائرة المصغرة

وتستخدم قواطع الدائرة المصغرة MCB'S في وصل وفصل الدوائر الكهربية سواء في الأحوال العادية أو حالات الخطر والفرق بين قاطع الدائرة والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بتوصيل وقطع الدائرة عند حالات التشغيل العددية وذلك يدويا . أما قاطع الدائرة فيقوم بتوصيل وفصل الدائرة يدويا وذلك عند حالات التشغيل العادية وكذلك يقوم بفصل الدائرة آليا عند حالات الخطأ .

وفيما يلي أهم مميزات قواطع الدائرة المصغرة :-

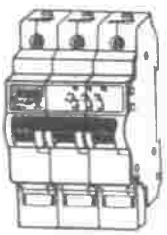
١-زمن الفصل لها قصير جدا عند حدوث قصر في الدائرة.

٢-يمكن إعادتها للعمل بسهولة بعد إزالة أسباب الخطأ .

٣-يمكن استخدامها كمفتاح رئيسي للدائرة .

٤-يمكن فصلها وتشغيلها تحت الحمل بدون خوف من حدوث شرارة .

أ



ب

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة تصنع بعدد مختلف من الأقطاب أمثل :-

- قاطع بقطب واحد 1 Pole
- قاطع بقطبين 2 Pole
- قاطع بثلاثة أقطاب 3 Pole
- قاطع بأربع أقطاب 4 Pole

والشكل (٢-٣٩) يعرض نموذج لقاطع قطب واحد الشكل (أ) **الشكل (٢-٣٩)**

ونموذج لقاطع ثلاثة أقطاب الشكل (ب) .

أما الشكل (٢-٤٠) فيبين طريقة تثبيت قاطع دائرة قطب واحد على قضيب أو ميجا (الشكل أ) وكذلك طريقة نزع قاطع دائرة قطب واحدمن قضيب أو ميجا (الشكل ب) .

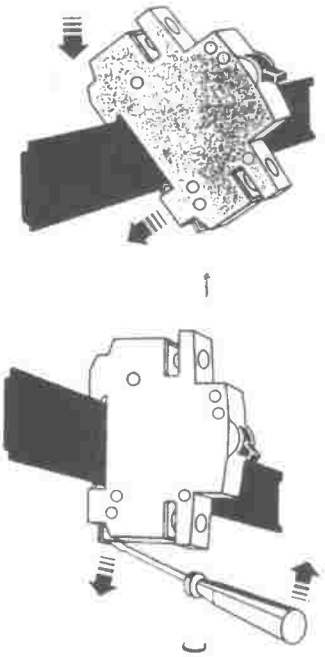
وتستخدم عدة مصطلحات فنية مع قواطع الدائرة المصغرة وهي كما يلي:-

١- التيار المقنن In وهو التيار الذي يمر بالقاطع بدون إحداث فصل للقاطع .

٢-تيار الفصل اللحظي هو أقل تيار يعمل على فصل القاطع في زمن يتراوح ما بين (0.2 : 5 S) و يعتمد قيمة هذا التيار على نوع خواص القاطع .

٣-تيار الفصل التقليدي It وهو التيار الذي يحدث فصل في القاطع في زمن أقل من ساعة واحدة 1 hr و يساوي عادة (1.45 In) .

٤-سعة تيار القصر و هو أقصى تيار يمكن مروره في القاطع لحظة القصر والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المصغرة يتوفر منها عدة أنواع تختلف فيما بينها في الخواص الكهربية (خواص الزمن والتيار)



الشكل (٢-٤٠)

ويمكن تقسيم قواطع الدائرة المصغرة تبعا لخوصها الخاضعة للمواصفات العالمية IEC إلى :-

١-قواطع دائرة لها خواص B (حديثة) و تقابل خواص L (قديمة)

٢-قواطع دائرة لها خواص C (حديثة) و تقابل خواص U (قديمة)

٣-قواطع دائرة لها خواص D (حديثة)

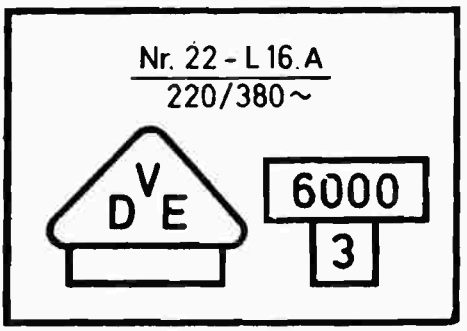
والجدير بالذكر أن الشركات العالمية المنتجة لقواطع الدائرة المصغرة تنتج أنواع أخرى من الخواص مثل K , G .

علما بأن القواطع التي لها خواص L ,B تستخدم في حماية الموصلات والكابلات أما القواطع التي لها خواص G,K,U,C تستخدم لحماية المحركات الكهربية .

و الجدول (٢-٥) يعرض أهم المواصفات الفنية لقواطع الدائرة المصغرة التي لها خواص B ,C ,L ,U ,K ,G

الجدول(٢-٥)

الخواص	التيار المقنن A	تيار الفصل التقليدي في زمن أصغر من ساعة	تيار الفصل اللحظي في زمن يتراوح ما بين 5 S: 0.1
B	6 :63	1.45 In	(3 : 5) In
C	6 :63	1.45 In	(5 : 10) In
L	6 :10 16:25 32:63	1.9 In 1.75 In 1.6 In	(3.6 : 5.25) In (3.6 : 4.9) In (3.12 : 4.55) In
U	0.5 : 10 12 : 15 32 : 63	1.9 In 1.75 In 1.6 In	(5.25 : 12) In (4.9 : 11.2) In (4.5 : 10.4) In
K	6 : 63	1.25 In	(7 : 10) In
G	0.5 : 63	1.35 In	(7 : 10) In



الشكل (٢-٤١)

والشكل (٢-٤١) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية حيث :-

القيمة الحجمية للقاطع وتساوي 1.13 In

NR 22

التيار المقنن 16

جهد التشغيل المقنن 220/380 V ~

هذا القاطع يخضع للمواصفات القياسية DVE الألمانية

سعة تيار القصر 6000

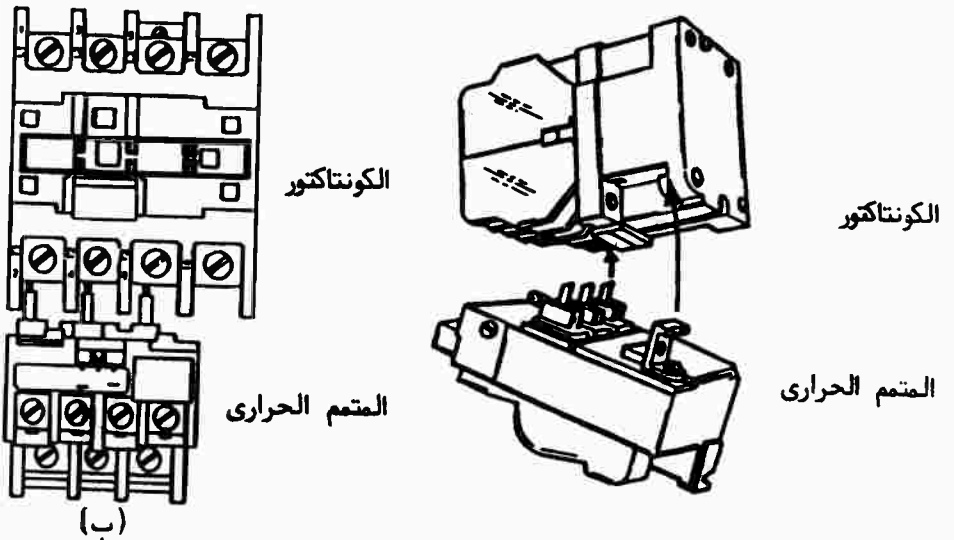
قسم تحديد التيار للقاطع 3

و قسم 3 يعني أن القاطع يقوم بتحديد تيار القصر بفصله قبل الوصول لقيمته العظمى

٢-٤-٣ المتممات الحرارية OVER LOADS:-

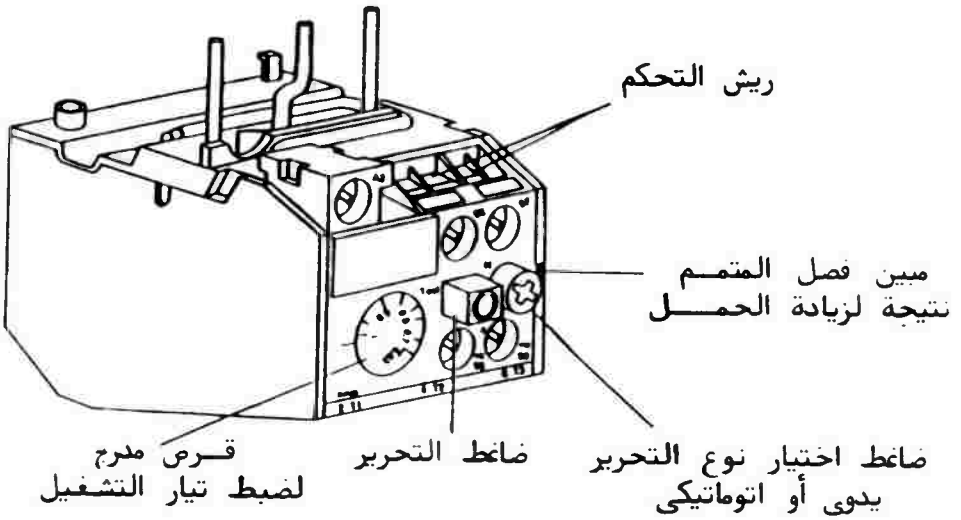
تستخدم المتممات الحرارية في حماية المحركات الكهربية من زيادة الحمل و عادة تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيا والشكل (٢-٤٢) يوضح مخطط توضيحي

يبين كيفية تثبيت متمم حراري مع كونتاكتور الشكل (أ) و مخطط توضيحي لكونتاكتور مثبت بـه متمم حراري الشكل (ب) .



الشكل (٢-٤٢)

وتحتوي المتممات الحرارية على قرص مدرج لضبط تيار التشغيل للمحرك ومكان لاختيار طريقـــة تحرير المتمم الحراري بعد حدوث زيادة في الحمل يدويا H أو أوتوماتيكيا A وضاغط لتحرير المتمم الحراري يدويا ومبين فصل المتمم الحراري نتيجة لزيادة الحمل وهذا موضح بالشكل(٢-٤٣) .



الشكل (٢-٤٣)

٢-٥ الذاكرات الخارجية External Memories

تستخدم الذاكرات الخارجية لتخزين البرنامج المستخدم وحفظه في إدارات المصانع خوفا من فقده فمن المعروف أن برنامج المستخدم المستقر في RAM لأجهزة التحكم المبرمج يكون محفوظا طالما هناك استمرارية للتيار الكهربي . أما عند انقطاع التيار الكهربي يفقد البرنامج إذا لم يكن هناك مصدر بديل كبطارية ليثيوم موضوعة في المكان المعد لها في جهاز التحكم المبرمج أو أن البطارية فارغة من الشحنة الكهربية علما بأن البطارية عادة يتم استبدالها كل ثلاث سنوات وهناك عدة طرق لتحميل برنامج المستخدم و هي :-

١-الأقراص المرنة Floppy Diskette وتستخدم إذا كان جهاز البرمجة المستخدم هو جهاز كمبيوتر IBM أو موافقاته .

٢-شريط مغناطيسي و هو يشبه شريط التسجيل و لكن يلزم استخدامه وحدة تحميل خاصة لتحويل محتويات الشريط المغناطيسية وهي تشبه أجهزة التسجيل العادية .

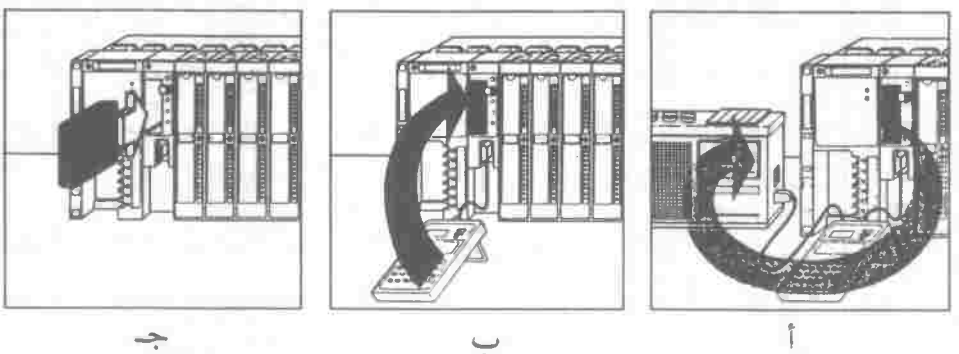
٣-وحدة تخزين مصنوعة من أشباه الموصلات Semi Conductors ويكون لها مكان معد لوضعها في أجهزة التحكم المبرمج وهي تشبه علبة الكبريت و هناك أنواع كثيرة من هذه الذاكرات نذكر منها :-

أ-وحدة القراءة العشوائية ROM :- حيث تحمل ببرنامج المستخدم من قبل الشركة المصنعة أو المنفذة للمصنع و لا يمكن تنفيذ محتوياتها .

ب-وحدة القراءة التي تمسح EPROM :- وهذه الوحدة تحمل ببرنامج التشغيل بواسطة وحدة البرمجة Programmer و لكن لا يمكن تعديل البرنامج المخزن فيها . بل يجب مسحه كليا بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية ثم تحميلها بالبرنامج المعدل بعد ذلك .

جـ-وحدة القراءة التي تمسح كهربيا EPROM :- وهي تشبه وحدة EPROM في طريقة برمجتها ، ولكن لا يمكن تعديل البرنامج المخزن فيها بل يجب مسحه كليا وذلك بجهاز البرمجة ثم تحميلها بالبرنامج المعدل بعد ذلك .

و الشكل (٢-٤٤) يبين طريقة إدخال وحدة ذاكرة EEPROM في المكان المعد لها في جهاز PLC الشكل (أ) وطريقة نقل برنامج التشغيل في وحدة الذاكرة الخارجية EPROM (الشكل ب) وطريقة نقل برنامج محمل في وحدة ذاكرة EPROM إلى شريط تسجيل باستخدام وحدة برمجة تمسك باليد ووحدة تحميل مغناطيسية (جهاز تسجيل) (الشكل جـ) .



الشكل (٢-٤٤)

٢-٦ أجهزة البرمجة Programmers

تقوم أجهزة البرمجة بإدخال برنامج المستخدم ليستقر داخل ذاكرة RAM لأجهزة التحكم المبرمج و هناك عدة أنواع من أجهزة البرمجة و هي كالتالي :-

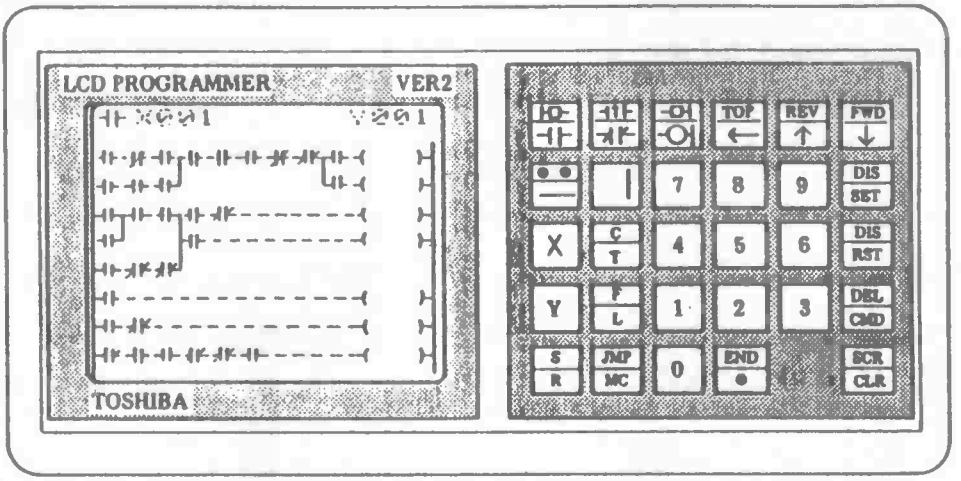
١-جهاز برمجة يمسك باليد Hand Programmer

٢-جهاز برمجة يوضع فوق المكتب Desk Programmer

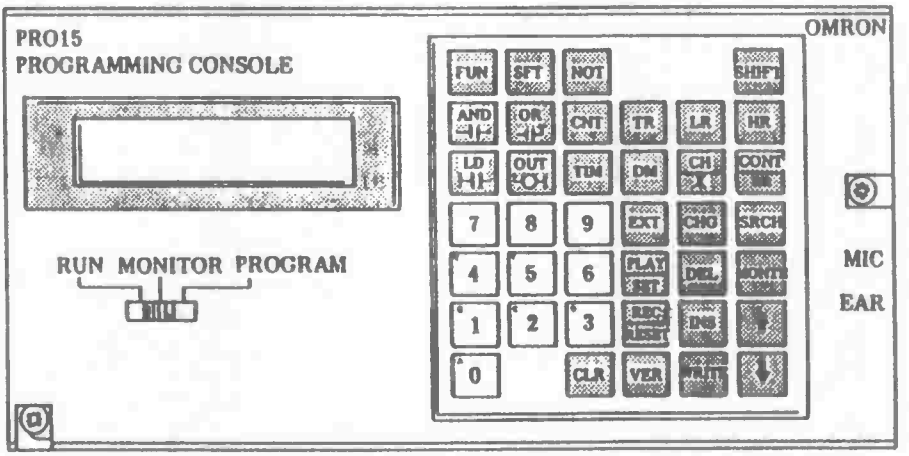
٣-كمبيوتر IBM أو موافقاته يتم تحميله ببرنامج معد من قبل الشركة المصنعة لجهاز التحكم

المبرمج وعادة فإن الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج توفر برامج تعمل تحت DOS أو تحت Windows ويمكن استخدامها من أجل إمكانية استخدام جهاز الكومبيوتر كجهاز برمجة وتتميز أجهزة الكمبيوتر المستخدمة بأي لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج (ارجع للفقرة ١-٨) وكذلك يمكن حفظ البرنامج إما في القرص الصلب Hard Disk أو في القرص المرن Flopy Disk أو في قرص CD ROM .

والشكل (٢-٤٥) يعرض نموذجين لأجهزة برمجة تحمل باليد أحدهما لشركة Toshiba ويعمل بلغة الشكل السلمي (الشكل أ) والآخر لشركة Omron ويعمل بلغة قائمة الجمل (الشكل ب)



أ



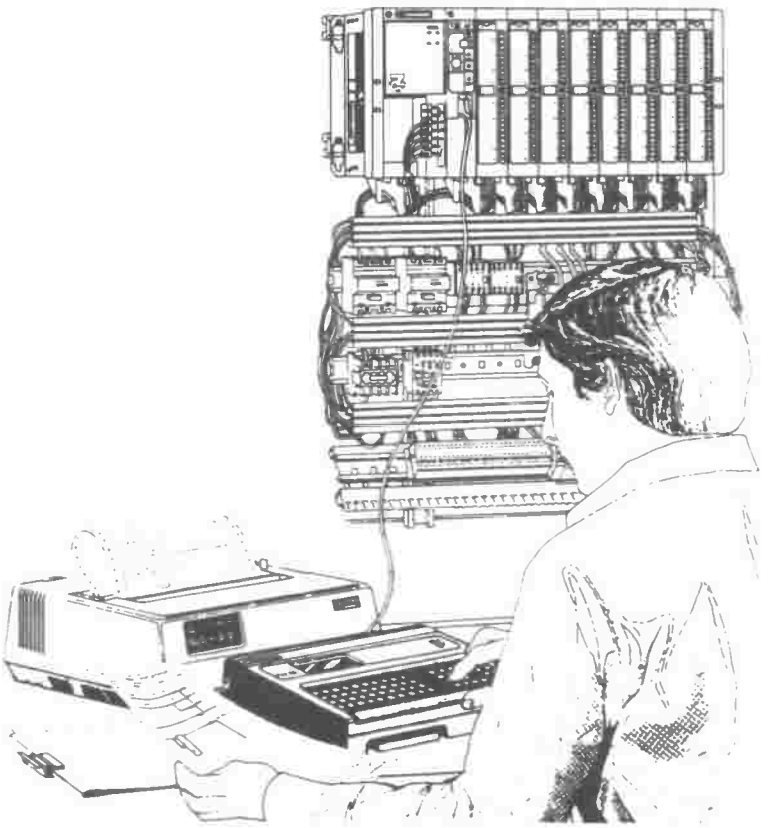
ب

الشكل (٢-٤٥)

٢-٧ الطابعات Printers

وتستخدم الطابعات مع أجهزة التحكم المبرمج لطباعة البرامج المستخدمة أو لعمل تقارير كاملة توضح أنواع الأعطال و زمن و تاريخ حدوثها و كذلك زمن وتاريخ إصلاحها وهذه التقارير مفيدة جدا لإدارات المصانع و الشكل (٢-٤٦) يوضح طريقة تحميل جهاز PLC ببرنامج التشغيل ليستقر في ذاكرته الداخلية و ذلك باستخدام جهاز برمجة يثبت على المكتب لشركة تليمكنيك الفرنسية علما بأنه يمكن طباعة برنامج التشغيل بالطابعة بمعاونة جهاز البرمجة . إذا كان

من النوع المحمول باليد أما في حالة استخدام الكمبيوتر كجهاز برمجة فتستخدم الطابعات المعتادة مع الكمبيوتر في الطباعة .

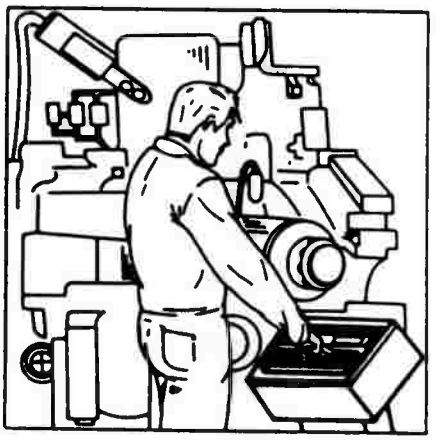


الشكل (٢-٤٦)

٢-٨ جهاز المتابعة و التعديل Operator Panel

ويوصل هذا الجهاز بصفة مستديمة مع جهاز التحكم المبرمج ويتعامل معها مشغل الآلة أو مشغل المصنع ويتيح هذا الجهاز فرصة تعديل ثوابت جميع المؤقتات الزمنية ، والعدادات الداخلية أثناء التشغيل ، كذلك تقوم بعرض رسائل تحليل الأعطال التي تساعد المشغل على معرفة الأعطال الموجودة بالنظام ، ويعد جهاز المتابعة والتعديل هو النافذة التي يتعرف بها المشغل على كل ما يدور بداخل العملية الصناعية والتعديل إن لزم الأمر والشكل (٢-٤٧) يبين طريقة استخدام المشغل لجهاز المتابعة والتعديل(لوحة المشغل) فيمكن من خلال لوحة المشغل والمراقبة تشغيل أي عنصر في نظام التحكم مثل تشغيل أي محرك وكذلك تغيير جميع ثوابت المؤقتات والعدادات والثوابت

العددية KT , KC , KF المخزنة في بلوكات البيانات DATA BLOCKS وأيضا إعطاء رسائل عن المشاكل التي تحدث مثل :-



الشكل (٢-٤٧)

M1_ Over _ Loaded
Cabinet _ C2
Diagram _ A7

و هذه الرسالة تعني حدوث زيادة في الحمـــل على المحرك M1 و أجهزة بدأ المحرك موجـودة في الكابينة C2 و المخطط الكهربي للمحـــرك موجود في المخطط A7 كما يمكـــن إعطـــاء المزيد من المعلومات عن العنصر الذي حدث به المشكلة مثل :-

M1 : Power _24 Kw
In= 44 A _ Ir = 48 A
Screw Conveyor # 20

أي أن المحرك M1 قدرته 24 Kw و تياره المقنن 44 A و تيار فصل القاطع 48 A وهو يدير بريمة نقل الخامات رقم 20. وحتى تتضح وظيفة لوحة المشغل بصورة أفضل سنتناول لوحة المشغل Op 393 لشركة Siemens فهي معدة لتعطي 32 رسالة كل رسالة تتكون من 16 حـــرف كحد أقصى على سبيل المثال :-

-M1 - Over - Loaded -

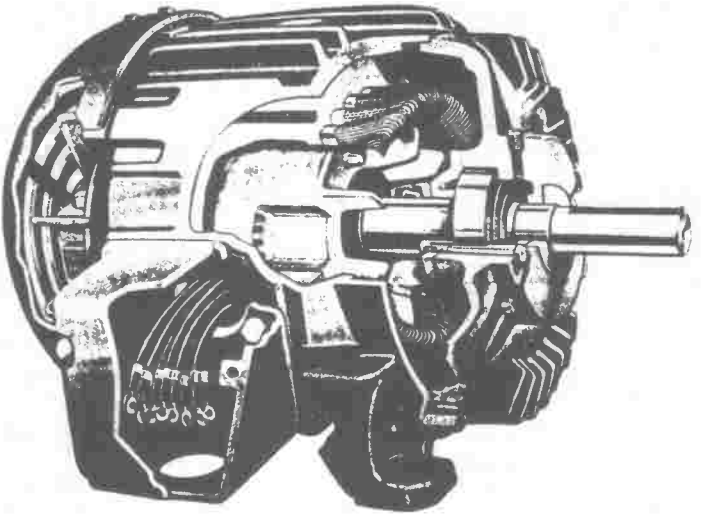
و الجدول (٢-٦) يبين خانات الذاكرة الخاصة بالرسائل المختلفة للوحة المشغل Op 393 وهـــو من إنتاج شركة Siemens ويمكن إخراج أي رسالة بجعل حالة خانة الذاكرة المشيرة إليها عالية .

الجدول (٢-٦)

رقم الرسالة	وحدة الذاكرة	رقم الرسالة	وحدة الذاكرة
الرسالة رقم 17	F 2.7	الرسالة رقم 1	F 0.7
الرسالة رقم 18	F 2.6	الرسالة رقم 2	F 0.6
الرسالة رقم 19	F 2.5	الرسالة رقم 3	F 0.5
الرسالة رقم 20	F 2.4	الرسالة رقم 4	F 0.4
الرسالة رقم 21	F 2.3	الرسالة رقم 5	F 0.3
الرسالة رقم 22	F 2.2	الرسالة رقم 6	F 0.2
الرسالة رقم 23	F 2.1	الرسالة رقم 7	F 0.1
الرسالة رقم 24	F 2.0	الرسالة رقم 8	F 0.0
الرسالة رقم 25	F 3.7	الرسالة رقم 9	F 1.7
الرسالة رقم 26	F 3.6	الرسالة رقم 10	F 1.6
الرسالة رقم 27	F 3.5	الرسالة رقم 11	F 1.5
الرسالة رقم 28	F 3.4	الرسالة رقم 12	F 1.4
الرسالة رقم 29	F 3.3	الرسالة رقم 13	F 1.3
الرسالة رقم 30	F 3.2	الرسالة رقم 14	F 1.2
الرسالة رقم 31	F 3.1	الرسالة رقم 15	F 1.1
الرسالة رقم 32	F 3.0	الرسالة رقم 16	F 1.0

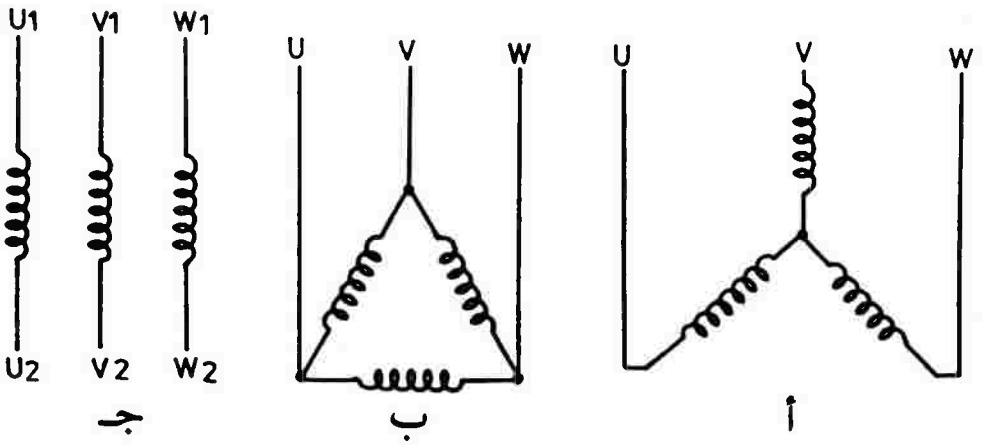
٢-٩ المحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه

تتكون المحركات الاستنتاجية من عضو ثابت وآخر دوار كلاهما مصنوع من رقائق الصلب السيليكوني أما العضو الثابت فيكون على شكل إسطوانة مفرغة من الداخل و مشكل فيها أسنان و مجاري داخلية و يمدد داخل هذه المجاري الملفات الثلاثية للمحرك في حين أن العضو الدوار يكون على شكل إسطوانة مصمتة ومشكل فيها من الخارج مجاري طولية يمر فيها قضبان نحاسية مقصورة من نهايتها بحلقتين معدنيتين فيتشكل ما يشبه قفص السنجاب و الشكل (٢-٤٨) يعرض نموذجا لمحرك استنتاجي ثلاثي الوجه .



الشكل (٢-٤٨)

و الشكل (٢-٤٩) يعرض طرق توصيل الملفات الثلاثية للمحركات الإستنتاجية الثلاثية الوجه .



الشكل (٢-٤٩)

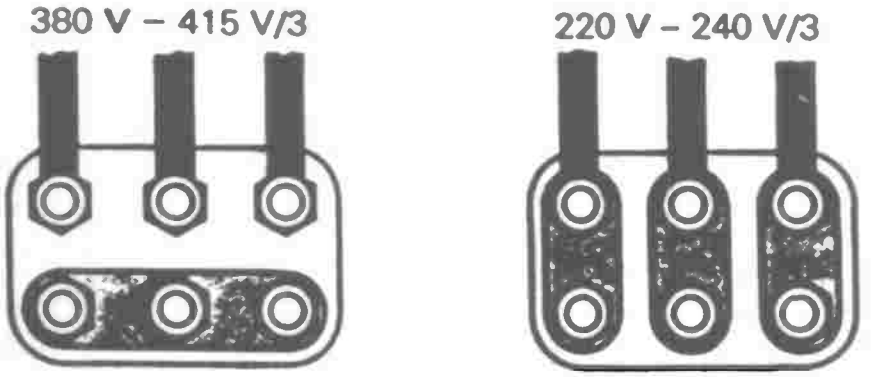
فالشكل (أ) يبين طريقة توصيل النجما Y .

و الشكل (ب) يبين طريقة توصيله الدلتا Δ .

والشكل (جـ) يبين شكل ملفات المحرك والتي يمكن توصيلها خارجيا إما نجما Y أو دلتا Δ .

ويطلق عليها محركات (Y/Δ) .

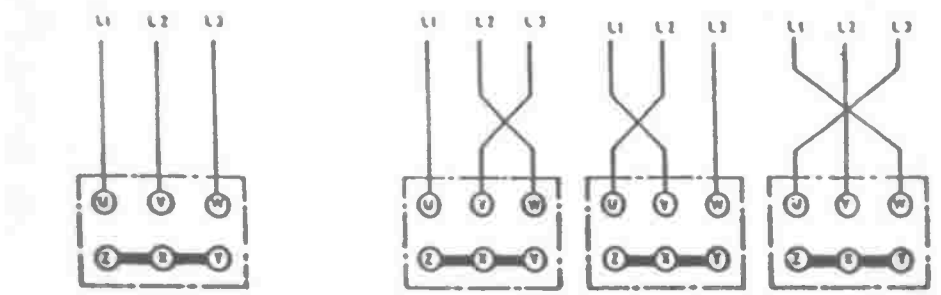
و تتوقف طريقة توصيل ملفات المحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه على جهد المصدر فبالنسبة للمحرك (220 / 380 V) (Δ / Y) فيوصل المحرك دلتا إذا كان جهد المصدر 220 V ويوصل المحرك نجما Y إذا كان جهد المصدر 380 V . و الشكل (٢-٥٠) يبين طريقة توصيل هذه المحركات دلتا (الشكل أ) و نجما (الشكل ب) .



الشكل (٢-٥٠)

أما الشكل (٢-٥١)فيبين طريقة توصيل محرك موصل نجما للدوران في اتجاه عقارب الساعة (اليمين) .

وللدوران في عكس عقارب الساعة (اليسار) و يلاحظ أنه لعكس اتجاه حركة المحرك يجب أن يبدل طرفين من أطراف المحرك الموصلة بالمصدر الكهربي .



طرق توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليسار

طريقة توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليمين

الشكل (٢-٥١)