الباب الثانى

عناصر التحكم الكهربى

٢ - ١ مقدمـة

لكى نتمكن من دراسة نظم الكهروهوائية سواء كانت تقليدية أو حديثة يجب أولاً أن نتعرف على مكونات أى نظام تحكم وهى :

أ - عناصر التشغيل : مثل المحركات الكهربية بأنواعها المختلفة .

ب - أجهزة التحكم الكهربية والتى تنقسم إلي :

١ - أجهزة نقل البيانات ، مثل مفاتيح نهاية المشوار ، مفاتيح الضغط ، المفاتيح التقاربية ، الخلايا الضوئية ، مفاتيح درجة الحرارة ، أجهزة الوقاية ... إلخ .

٢ - أجهزة معالجة البيانات التقليدية مثل : الريلهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية بأنواعها المختلفة ، وكذلك العدادات الكهروميكانيكية .

٣ - أجهزة التحكم فى القدرة مثل الكونتاكتورات .

٤ - أجهزة مخاطبة نظام التحكم مثل : الضواغط ، المفاتيح اليدوية ، ولمبات البيان وأبواق الإنذار الصوتية .

وسوف نتناول هذه الأجهزة في الفقرات القادمة .

٢ - ٢ عناصر التشغيل الكهربية

وهذه العناصر هى المسئولة عن تشغيل أى معدة ، وأهم عناصر تشغيل المحركات الكهربية .

فالمحركات الكهربية تستخدم لإدارة الضاغط الهوائي للحصول علي هواء مضغوط ، لذلك سنتناول المحركات الكهربية في هذه الفقرة بطريقة موجزة ومبسطة . وتنقسم المحركات الكهربية حسب تيار التشغيل إلي :

محركات تيار مستمر – محركات تيار متغير

وسوف نتناول محركات التيار المتغير خصوصاً المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابي لما لها من انتشار عظيم فى الصناعة .

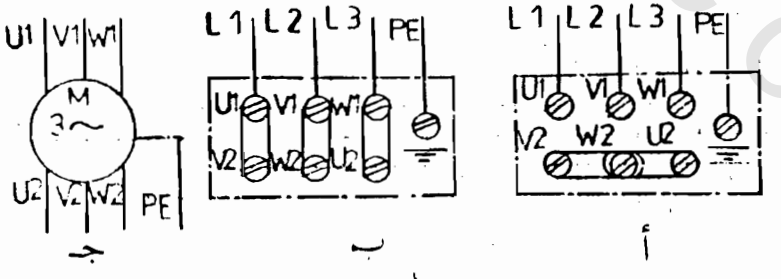
فتتواجد المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى فى عدة صور أهمها المحركات الاستنتاجية نجما دلتا Y/Δ ، حيث يتم توصيل الملفات الثلاثة لهذه المحركات على شكل (Δ) للعمل على جهد u ، أو نجما (Y) للعمل على جهد 3 U ، فإذا كان جهد تشغيل المحرك عند توصيله 220 VΔ ؛ فإن جهد تشغيل المحرك عند توصيله Y وهو 380 V .

وتحتوى هذه المحركات على ست نقاط توصيل رموزهم كالتالى :

(U2, V2, W2) - (U1, V1, W1)

حيث إن الملف الأول أطرافه U1, U2 والملف الثانى أطرافه V1, V2 والملف الثالث أطرافه W1, W2

والشكل ٢ – ١ يعرض طريقة توصيل روزتة (صندوق أطراف المحرك) المحرك نجما Y مع المصدر الكهربى (أ) ودلتا مع المصدر الكهربى (ب) والرمز العالمى لمحرك نجما– دلتا (جـ)



شكل (٢ – ١)

حيث إن L1, L2, L3 هم الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى ثلاثى الأوجه ، PE هو خط الأرض للمصدر الكهربى علماً بأن المحركات الكهربية عادة تكون مزودة بنقطة توصيل إضافية لخط الأرض ، وعند توصيل هذه النقطة بخط الأرض للمصدر الكهربى نمنع حدوث صعقة كهربية للأشخاص عند ملامسة جسم المحرك وذلك عند انهيار عزل المحرك .

ملاحظة : لمعرفة المزيد عن المحركات الكهربية استعن بالجزء الأول لسلسلة التحكم العملية (دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والنظم الأتوماتيكية) .

٢ – ٣ أجهزة نقل البيانات Data acquisition devices

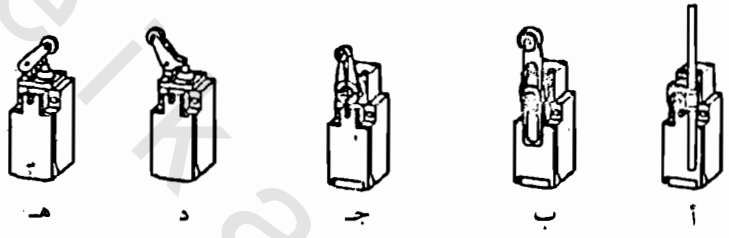
وهذه الأجهزة بمثابة الحواس الخمسة لنظام التحكم ، حيث تقوم هذه الأجهزة بإعطاء معلومات عن ظروف تشغيل الماكينة أو العملية الصناعية ، مثل إعطاء معلومات عن درجة الحرارة ، والضغط ، ومنسوب السوائل في الخزانات ... إلخ وسوف نتناول أهم أجهزة نقل البيانات في الفقرات القادمة .

٢ – ٣ – ١ مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches

وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الأجسام المتحركة أو الحركة المكررة ، ويعمل نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له فتتحول ريش تلامسه المفتوحة طبيعياً NO إلي مغلقة ، والمغلقة طبيعياً NC إلي مفتوحة ، ويوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل بالمفتاح مثل : خابور من الصلب ، أو من البلاستيك ، أو الصلب لها حرية حركة فى اتجاه واحد أو الاتجاهين ... إلخ ويتم تثبيت كامات فى الأجسام المتحركة حتى تتمكن من الضغط على عنصر الفعل للمفتاح .

والشكل ٢ – ٢ يعرض الأشكال المختلفة لمفاتيح نهايات المشوار الميكانيكية والتى لها رؤوس عناصر فعل مختلفة وهم كالآتى :

- مفتاح نهاية مشوار بذراع تدفع باليد فى أى اتجاه (أ) .
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة يمكن رفعها وخفضها وتدفع بكامة تتحرك يميناً ويساراً (ب)
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك يميناً ويساراً (جـ)
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك لأعلي أو أسفل (د)
- مفتاح نهاية مشوار بكامة تدفع بكامة تتحرك يميناً (هـ)



الشكل (٢-٢)

وفيما يلى رمز مفتاح نهاية مشوار بريشتين : **أحدهما** – مفتوحة طبيعاً NO **والثانية** – مغلقة طبيعياً NC مرة فى الوضع الطبيعى (الرمز 1) ، وعند قيام جسم متحرك بالضغط على عنصر الفعل المفتاح ويشار على ذلك بسهم يشير لأعلى بجوار رمز المفتاح (الرمز 2).

١ ٢

٢ – ٣ – ٢ مفاتيح الضغط والخلخلة Pressur and vacuum switches

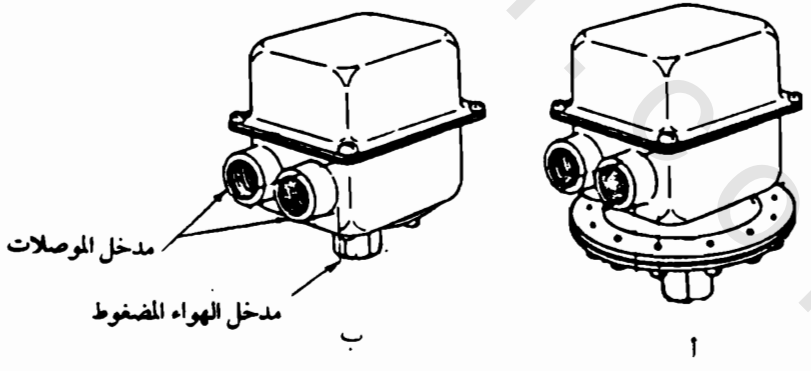
صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة في دوائر الموائع (سوائل – غازات) ، وتحتوى هذه المفاتيح إما على ريش تلامس كالمستخدمة فى مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية ، أو تحتوى علي ريش تلامس رئيسية لوصل وفصل المحركات مباشرة ، وتعمل مفاتيح الضغط والخلخلة على عكس ريش تلامسها فتتحول ريش التلامس المفتوحة NO إلى مغلقة والمغلقة طبيعيا NC إلى مفتوحة ، وعند انخفاض الضغط عن حد المعايرة بقيم فرقية معينة (تعتمد على تصميم المفتاح) تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى .

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة عملها : **الأولي** تعمل نتيجة لدفع المائع لغشاء مطاطى ، أما **الثانية** تعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس .

والشكل ٢ – ٣ يعرض نموذجين مختلفين لهذه المفاتيح كما يلى :

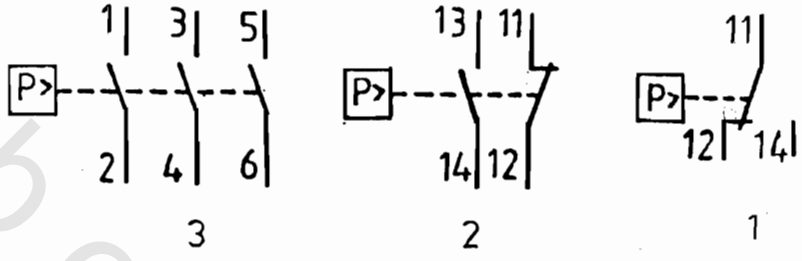
– مفتاح ضغط بغشاء مطاطى ومزود بريشة قلاب (أ) .

– مفتاح ضغط بمكبس وله ثلاثة أقطاب (ب) . علماً بأن هذه المفاتيح تكون مزودة بوسيلة يدوية لضبط الضغط الأفقى .



الشكل (٢ – ٣)

وفيما يلى الرموز الكهربية للأنواع المختلفة لمفاتيح الضغط .



فالرمز 1 لريشة قلاب والرمز 2 لريشتين **أحدهما** مفتوحة **والأخري** مغلقة والرمز 3 لثلاث ريش رئيسية مفتوحة .

٢ – ٣ – ٣ المفاتيح التقاربية Proximity switches

تقوم المفاتيح التقاربية بعكس حالة ريشة تلامسها عند تقارب الأجسام منها وتصل مسافة إحساسها مابين 40 mm : 0 ، ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه ، وتنقسم هذه المفاتيح إلي ثلاثة أنواع تبعاً لنظرية عملها وهم :

النوع الأول: يبنى عملها على توليد مجال مغناطيسى يتغير عند اقتراب جسم معدنى منها ، ومن ثم ينعكس حالة ريش تلامسها فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة ، والمغلقة طبيعياً NC ، مفتوحة لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية حثية .

النوع الثانى : يبنى عملها علي توليد مجال كهربى يتغير عند اقتراب جسم عازل كهربى منها ، ومن ثم ينعكس حالة ريش تلامسها فتصبح الريشة مفتوحة طبيعياً NO مغلقة ، والعكس بالعكس ، لذلك تسمى بمفاتيح تقاربيه سعوية .

النوع الثالث : ينعكس حالة ريش تلامسها عند مرور مغناطيس دائم بجوارها ، ويستخدم هذا النوع عادة فى تتبع حركة أسطوانة هوائية والتى يثبت بمكبسها مغناطيس

دائم، وتسمى هذه المفاتيح بالمفاتيح التقاربية المغناطيسية .

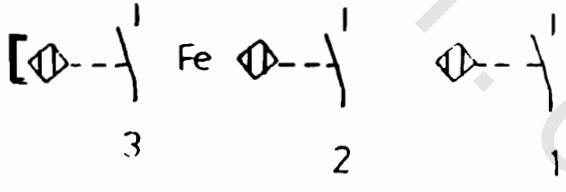
وعادة تستخدم المفاتيح التقاربية الحثية Inductive proximity switches للإحساس بتقارب الأجسام المعدنية .

أما المفاتيح التقاربية السعوية Capacitive proximity switches فتستخدم للإحساس تتقارب الأجسام العازلة كهربياً .

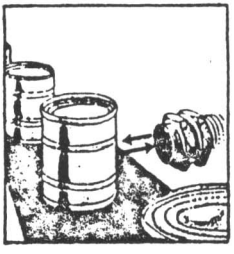
أما المفاتيح التقاربية المغناطيسية magne4tic proximity switches فتستخدم للإحساس بموضع الإسطوانات الهوائية المزودة بمغناطيس دائم مثبت بمكبسها .

والشكل ٢ – ٤ يعرض صورة لمفتاح حثى يستخدم فى دائرة لعد البراميل المصنعة من الحديد (أ) . وصورة لمفتاح سعوى يستخدم فى دائرة لعد صناديق الكرتون (ب) . وصورة لإسطوانة هوائية مثبت عليها مفتاحين تقاربيين مغناطيسين لتحديد مكان مكبس الأسطوانة (جـ)

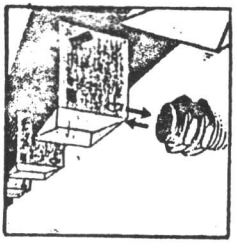
وفيمايلى الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية بأنواعها المختلفة .



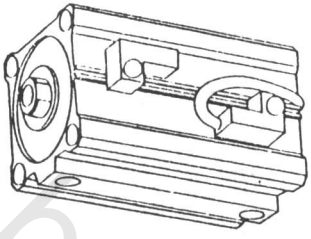
فالرمز 1 لمفتاح سعوى بريشه مفتوحة ، والرمز 2 لمفتاح حثى بريشة مفتوحة ، والرمز 3 لمفتاح مغناطيسى بريشة مفتوحة .



(أ)

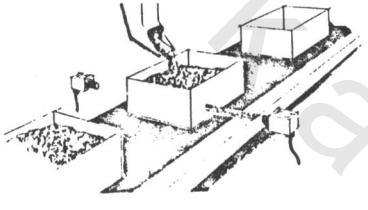


(ب)



(جـ)

٢ – ٣ – ٤ الخلايا الضوئية Photo - electricdetectors



تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح مابين عدة مليمترات إلى عدة مترات كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواءكانت عازلة كهربياً أو موصلة كهربياً ، وتقوم الخلايا الضوئية بعكس حالة ريشة تلامسها عند قطع جسم غريب للشعاع الضوئى لها . والشكل ٢ – ٥ يعرض صورة لوحدة ملئ صناديق تستخدم خلية ضوئية للتحكم فى عملية الملىء .

وفيما يلى رمز الخلية الضوئية (غير قياس) .

٢ – ٣ – ٥ أجهزة الوقاية Protection devices

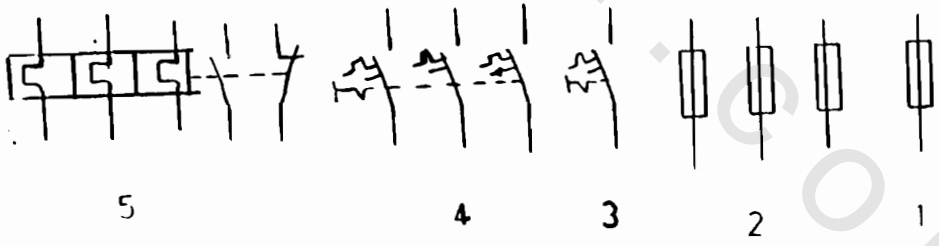
يوجد أنواع مختلفة من أجهزة الوقاية والمستخدمة لحماية الدوائر الكهربية من :

أ – القصر : وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معاً ، أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرض PE ، أو مع خط التعادل N ويزداد التيار المار في الدائرة لحظة القصر

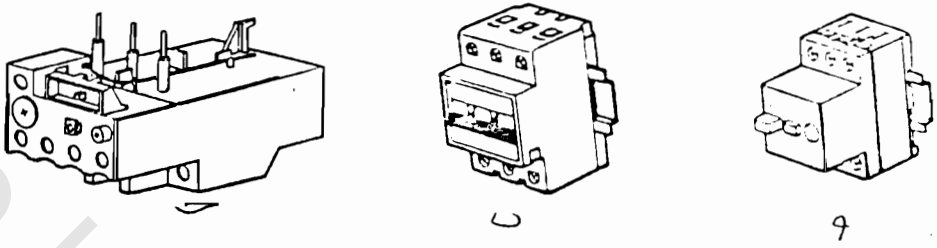
ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية ، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك . والشكل ٢ - ٦ يعرض أربعة أشكال مختلفة القصر علماً بأنه يستخدم المصهرات الكهربية Fuses أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية miniatures لحماية الدائرة من القصر .

ب - **زيادة الحمل** : وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية ؛ وينتج ذلك من حمل زائد على الالة المدارة بالمحرك ، وتستخدم المتممات الحرارية Thermal overlodd أو قواطع المحركات mcb's لحماية المحركات من زيادة الحمل.

والشكل ٢ - ٧ يعرض صورة لقاطع محركات نو قدرة صغيرة (أ) وقاطع دائرة تلاش القطب (ب) ومتمم حرارى (جـ) وفيمايلى الرموز الكهربية لأجهزة الوقاية .



حيث إن الرمز 1 لمصهر قطب واحد، والرمز 2 لمصهر ثلاثة أقطاب ، والرمز 3 لمقاطع دائرة قطب واحد ، والرمز 4 لقاطع دائرة ثلاثة أقطاب ، والرمز 5 لمتمم حرارى .



شكل (٢ - ٧)

٢-٤ أجهزة معالجة البيانات Data processing devices

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ- الأجهزة التقليدية، مثل الرليهات الكهرومغناطيسية ، والمؤقتات الزمنية ، والعدادات ... إلخ . وتقوم هذه الأجهزة بإعطاء أوامر التشغيل ، والفصل للكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية ، وذلك تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعاً لطريقة توصيلها .

ب- أجهزة التحكم المبرمج : وتقوم هذه الأجهزة بالتحكم في تشغيل أو فصل اكونتكتورات والصمامات الاتجاهية ، ولمبات البيان ... إلخ . تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعاً لبرنامج التشغيل ، وسوف نتناول أجهزة التحكم المبرمج واستخدامها فى التحكم فى النظم الهوائية بالتفصيل فى الباب الخامس والسادس .

٢-٤-١ الريلهات الكهرومغناطيسية Electromagnetic relays

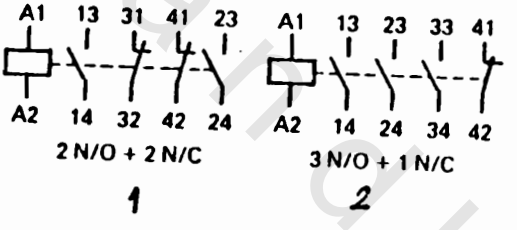
تتشابة الريلهات الكهرومغناطيسية والكونتاكتورات (سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة ٢ - ٥) لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسى الناشىء عن مرور التيار الكهربى فى البوبينة (ملف التشغيل) ، وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيس مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى ، علماً بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين : **أحدهما** ثابت **والآخر** متحرك ، ويوجد حول الشق الثابت البوبينة ، أما الشق المتحرك فيحمل ريشة التلامس .

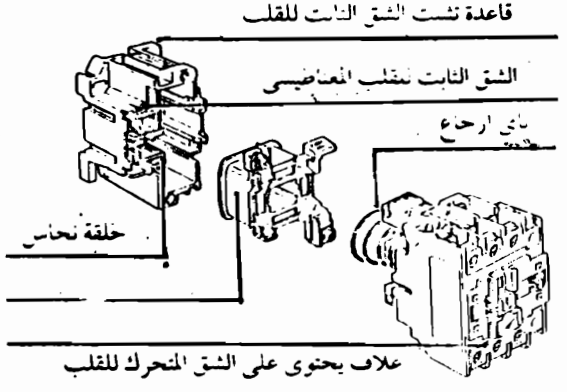
والفرق الجوهرى بين الريلاى الكهرومغناطيسى والكونتاكتور . هو أن الريلاى لايحتوى على ريش تلامس رئيسية (وهي ريش تتحمل تيارات تشغيل كبيرة وتقوم بوصل وفصل المحركات) بل ريش تحكم فقط (وهى ريش تتحمل تيار لايزيد عن 10A) ، وتستخدم هذه الريش فى دوائر التحكم التى سوف نتناولها فيما بعد لعمل بعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم .

أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش تلامس رئيسية وكذلك ريش تلامس مساعدة (ريش تحكم) .

والشكل ٢ – ٨ يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكتور .

وفيما يلى الرموز الكهربية للريلهات الكهرومغناطيسية





فالرمز 1 لريلاى يحتوى على ريشتين مفتوحتين طبيعياً وريشتين مغلقتين طبيعياً 2NO + 2NC والرمز 2 لريلاى يحتوى على ثلاث ريش مفتوحة وريشة مغلقة 3NO + NC علماً أن A1 , A2 هم أطراف بوبينة المفتاح

شكل (٢ – ٨)

الكهرومغناطيسى ولحظر اكتمال مسار التيار للبوبينة ينعكس حالة ريش تلامس المفتاح الكهرومغناطيسى فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس .

٢-٤-٢ المؤقتات الزمنية Timers

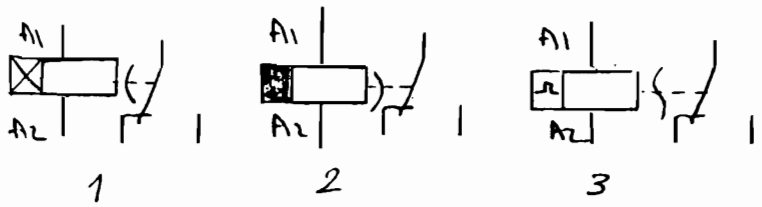
يوجد أنواع مختلفة للمؤقتات الزمنية مثل : المؤقتات الإليكترونية ، والمؤقتات ذو المحرك، والمؤقتات الهوائية ، وسوف نتناول فى هذه الفقرة المؤقتات الإليكترونية فقط والتى تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع حسب نظرية عملها :

١ - المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل ON Delay Timer فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامسه (بعد تأخير زمنى t يعتمد على زمن معايرة المؤقت) ، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس . ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار الكهربى للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى فى الحال .

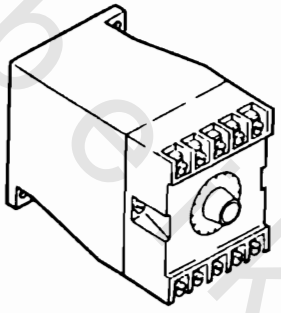
٢ - المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل Off Delay Timer ، فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامسه فى الحال ، ولكن عن انقطاع مسار التيار للبوبينة نعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى t (يعتمد على زمن المعايرة للمؤقت) .

٣ - المؤقت الزمنى الرعاش Flashing Timer فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامس المؤقت لمدة t1 ، ثم تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى لمدة t2 ، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى علماً بأن هذه المؤقتات لها مكانين لضبط زمن التوصيل t1 وزمن الفصل t2 .

والشكل ٢ - ٩ يعرض صورة مؤقت زمنى الكترونى . وفيمايلى رموز المؤقتات الزمنية المختلفة .



فالزمز 1 لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بريشة قلاب ، والرمز 2 لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل بريشة قلاب ، والرمز 3 لمؤقت زمنى رعاش بريشة قلاب .



شكل (٢ - ٩)

٢-٤-٣ العدادات الكهروميكانيكية Electro mechanical counters

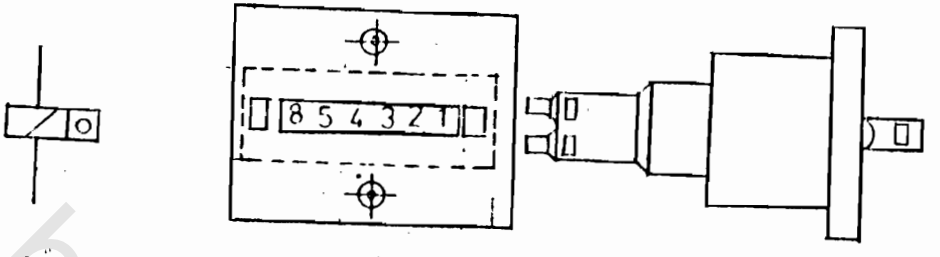
تنقسم العدادات الكهروميكانيكية لنوعين أساسين وهما :

١ - العدادات المجمعة Totalising counters

وتستخدم هذه العدادات كعدادات ساعة لعد زمن التشغيل للمعدات بالساعة ، ويزداد العدد المعروض فى العدادا بمقدار واحد كلما وصلت له نبضة كهربية حتى يصل قيمة العدد المعروض إلى 99999 ، ثم يعود الصفر من جديد ويبدأ العد من جديد وهكذا .

والشكل ٢ - ١٠ يعرض المسقط الرأسى والجانبى لهذا النوع من العدادات ورمزه (غير قياسى)

obeikandl.com



مسقط رأسى

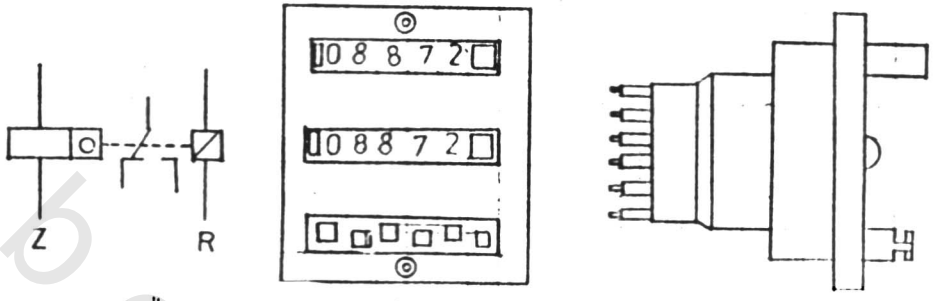
مسقط جانبى

شكل (٢ - ١٠)

٢ - العدادات سابقة التحميل Predetermining counters

وتزود هذه العدادات بوسيلة يدوية لتحميل العداد بعدد معين . وتحتوى هذه العدادات فى العادة على شاشتين للعرض : **أحدهما** لعرض العدد المحمل به العداد ، **والثانية** لعرض القيمة الجارية للعداد . وفى البداية تكون قراءة العداد مساوية للصفر ؛ ولكن كلما وصل للعداد نبضه كهربية ازدادت القراءة بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد مساوية للعدد المحمل به العداد . وفى هذه الحالة يقوم العداد بعكس حالة ريشة فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً مغلقة والمغلقة طبيعياً مفتوحة .

ويمكن تحرير القيمة الجارية للعداد وإعادتها للصفر وذلك عند وصول إشارة كهربية لملف التحرير R للعداد أو بوسيلة يدوية معدة لذلك . وفى الشكل ٢ - ١١ مسقط جانبى وآخر رأسى لهذ العداد وكذلك رمز العداد (غير قياسى) .



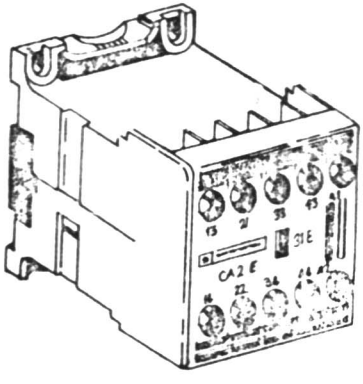
الرمز　　مسقط رأسى　　مسقط جانبى

شكل (٢ - ١١)

٢-٥ أجهزة التحكم فى القدرة Power control devices

وهذه الأجهزة مسئولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسلة إليها من أجهزة معالجة البيانات ، ويوجد الكثير من أجهزة التحكم فى القدرة أهمها : الكونتاكتورات الكهربية. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات لاتختلف عن الرليهات إلا فى وظيفتها فالكونتاكتورات تستخدم فى وصل وفصل الأحمال ، والرليهات تستخدم في معالجة البيانات القادمة إليها تبعاً لطريقة توصيلها (انظر الفقرة ٤-٥-١)

والشكل ٢ - ١٢ يعرض صورة لكونتاكتور ورمزه الكهربى



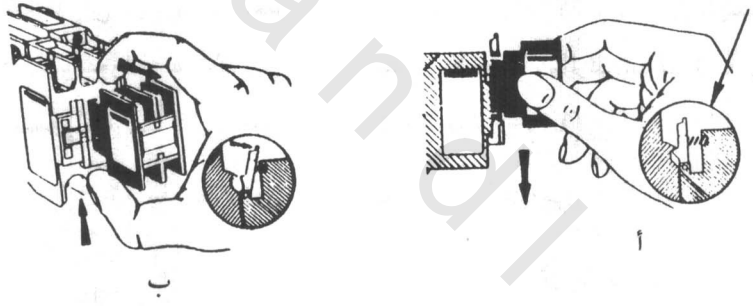
الكهربى

شكل (٢ - ١٢)

وعادة تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربياً لحماية المحركات من زيادة الحمل .

وفى بعض الأحيان يلزم الأمر زيادة عدد ريش التلامس الإضافية (ريش التحكم) الخاصة بالكونتاكتور ، ولتحقيق ذلك تضاف وحدات تلامس إضافية تثبت على وجه الكونتكتور وهذه الوحدات تحتوى على ريشتين أو أربع ريش تحكم بتنظيمات مختلفة فهناك أنواع مختلفة من هذه الوحدات على سبيل المثال :

وحدات مزودة بريشتين مفتوحتين (2NO) ، وأخرى مزودة برشتين مغلقتين (2NC) وأخرى مزودة بأربع ريش مفتوحة (4NO) ، وأخرى مزودة بأربع ريش مفتوحة4NO وهكذا. والشكل ٢ - ١٣ يعرف طريقة تثبيت وحدة إضافية تحتوى على ريشتين علي وجه كونتاكتور (أ) وكذلك طريقة نزعها من على الكونتاكتور (ب) .



شكل (٢-١٣)

٢-٦ أجهزة مخاطبة نظام التحكم man machine dialogue

وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة نظام التحكم ، أو الآلة بمعنى إعطاء أوامر للنظام ، وأيضاً متابعته فى نفس الوقت وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل ولمبات البيان وأجهزة الانذار الصوتى مثل الأبواق .... إلخ ، وتعتبر ألوان لمبات

البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين ، وذلك لتجنب الفهم الخاطىء عند إعطاء الأوامر ، ومتابعة النظام والجدول الآتى يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها .

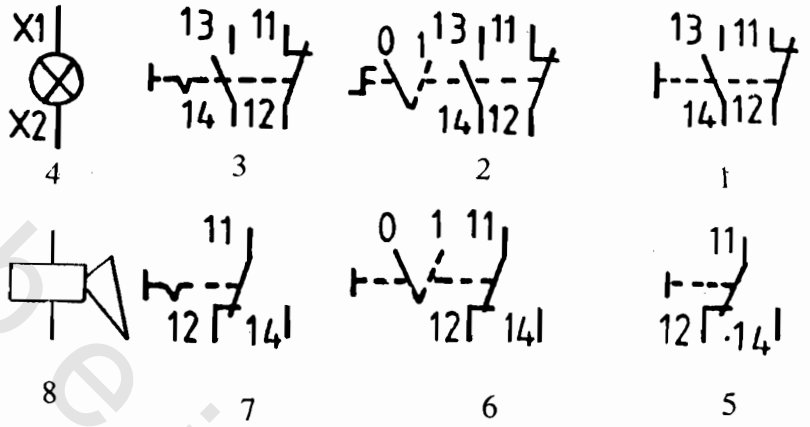
اللـــون	الاســـــتخدام
أحمـــــــر	إيقاف (Stop) ، فصل off ، طوارىء Emergency
أخضر وأسود	بدء Start تشغيل ON
أصفـــــــر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها .
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم في العمليات الثانوية التى لاترتبط بدورة التشغيل للنظام

أما الجدول التالى فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها

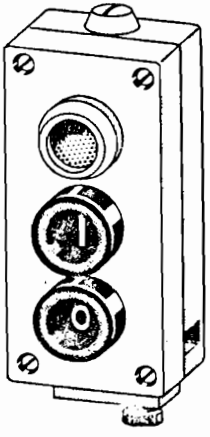
اللـــون	الاســـــتخدام
أحـــمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية)
أصـــفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار ، أو درجة الحرارة ، أو الضغط للقيمة القصوى أو الصغرى لها ، أو تحذير من حدوث شيئ غير طبيعى .
أخضـــر	الماكينة تعمل ، أو الماكينة جاهزة للبدء أو ضغط الهواء مناسب للعمل .
أبيـــض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد)
أزرق	وظائف مختلفة عما سبق ذكره .

والشكل ٢-٤-١ يعرض وحدة تحكم تحتوى على لمبة بيان وضاغط تشغيل I وضاغط إيقاف 0 .

وفيمايلى الرموز الكهربية لأجهزة مخاطبة الآلة .



حيث إن :



شكل (٢-١٤)

الرمـــز 1 لضاغط بريشتين NO+NC

الرمـــز 2 لمفتاح دوار بوضـعين 0,1 ويحتـوى عـلى ريشتين NO + NC.

الرمـــز 3 لمفتـــاح بزر انضـغـاطى ويحتوى على ريشـــتين NO +NC .

الرمـــز 4 لمبة بيان

الرمـــز 5 لضاغط بريشة قلاب .CO

الرمـــز 6 لمفتاح دوار بريشة قلاب CO .

الرمـــز 7 لمفتاح بزر انضغاطى بريشة قلاب CO .

الرمـــز 8 لهورن إنذار صوتى

٢- ٧ الحروف الدالة ونظام الترقيم لأجهزة التحكم .

الجدول التالى يعرض الحروف الدالة على رموز التحكم المختلفة

جهـــاز التحـــكم	الحرف	جهـــاز التحـــكم	الحرف
المحـــــــركات	M	المؤقـــت الزمـــنى	KT,D
الضواغط اليدوية ومفاتيح نهاية المشـــــــوار	S	الصمام الاتجـــاهى لمبات البيان والأبواق	Y H
مفـتاح الضغط ودرجة الحرارة .. إلـــــــخ	B	المحـــــولات المولـــــدات	T G
الريلاى الكهرومغناطيسى	K	المفاتيح ذات المواضع المختلفة	Q
الكونتاكـــــتور	K		
الكونتاكـــــتور	KM		

وترقم أجهزة التحكم بالأسلوب التالى :

١ - ترقم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل الكونتاكتورات والمتممات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة والسكاكين والمصهرات كمايلى :

القطب الأول $(L_1 - T_1)$ أو (1 - 2)

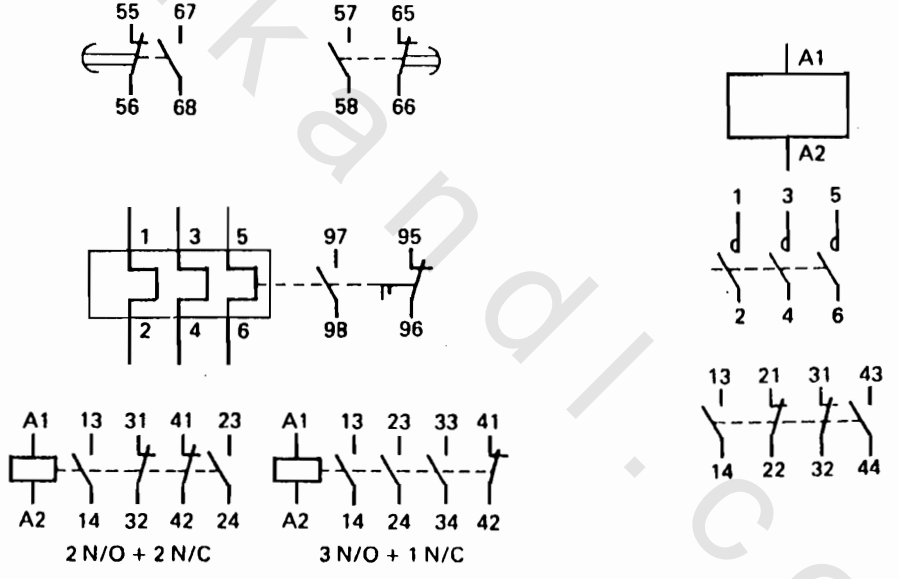
القطب الثانى $(L_2 - T_2)$ أو (3 - 4)

القطب الثالث $(L_3 - T_3)$ أو (5 - 6)

٢ - ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل الكونتاكتورات ، والضواغط ، والمفاتيح المختلفة والمتممات الحرارية ، والقواطع ، والمؤقتات الزمنية ، ... إلخ بعددين : العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة ، والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب الريشة داخل

الجهاز، ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع الريشة . مفتوحة أو مغلقة ؛ وأيضاً حسب نوع الجهاز فريش التحكم المفتوحة للكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة تأخذ الأعداد 4 - 3 ، والمغلقة تأخذ الأعداد 2-1 ، أما ريش التحكم المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية ؛ فتأخذ الأعداد 8- 7 والمغلقة تأخذ الأعداد 6 - 5 .

٣ – ترقم أطراف البوبينات ذات الملف الواحد بالرموز A2 - A1 وذات الملفين بالرموز (A1 - A2) ، (B1 - B2) والشكل ٢ – ١٥ يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم تبعاً للنظام العالمى .



شكل (٢ – ١٥)

٢ – ٨ المخططات الكهربية

تتكون المخططات الكهربية لنظم التحكم من :

١ – دوائر التحكم ٢ – الدوائر الرئيسية

أولاً : دوائر التحكم Control Circiuts :

هذه الدوائر توضح مسار التيار لبوبينات (ملفات التشغيل) الكونتاكتورات ، والريلهات الكهرومغناطيسية ، والمؤقتات الزمنية ، والعدادات ، ولمبات البيان والأبواب والصمامات الاتجاهية . وعادة فإن جهد دائرة التحكم يساوى جهد الوجه للمصدر الكهربى أو جهد صغير يتم الحصول عليه من محولات التحكم وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم .

24 , 48 , 110 , 127 , 220 V

وهذه الجهود إما مستمرة ، أو متغيرة ، وعادة ترسم ريش التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل : الكونتاكتورات ، أو الريلهات والمؤقتات الزمنية ، والضواغط ... إلخ فى وضعها الطبيعى فالمفتوحة طبيعياً NO ترسم مفتوحة والمغلقة طبيعياً NC ترسم مغلقة إلا فى حالات قليلة حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على أنه تحت تأثير مؤثر خارجى .

وتستخدم المصهرات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر ، ولكن إذا زاد حجم دائرة التحكم بحيث يكون عدد البوبينات الموجودة أكثر من 5 بوبينات يلزم استخدام محول تحكم بالإضافة إلى وسائل الحماية الأخرى ، وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الكبيرة للمحولات ومحولات التحكم تشبه المحول الكهربى العادى ذو الملفين المنفصلين عدا أن سعة محولات التحكم صغيرة ولاتتعدى فى العادة (1000 VA).

ويجب ملاحظة أن جهود البوبينات الموجودة فى أى دائرة تحكم يجب أن تتساوى وتساوى جهد المصدر الكهربى لدائرة التحكم .

ثانياً : الدوائر الرئيسية Power Circiuts :

وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربية مثل : المحركات الكهربية ، والسخانات ، ولمبات الإضاءة ، .. إلخ ، ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات ، والقواطع الأتوماتيكية ، وقواطع المحركات ، والمتممات الحرارية ... إلخ) فى وضعها الطبيعى . وعادة تستخدم المصهرات الكهربية والقواطع الأتوماتيكية لحماية هذه الدوائر من القصر ، وتستخدم المتممات الحرارية لحماية المحركات من زيادة الحمل ، وتستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من القصر وزيادة الحمل ، وترسم القواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات فى وضع Off ، وتكون جميع أقطابها مفتوحة.

٢-٩ نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاي

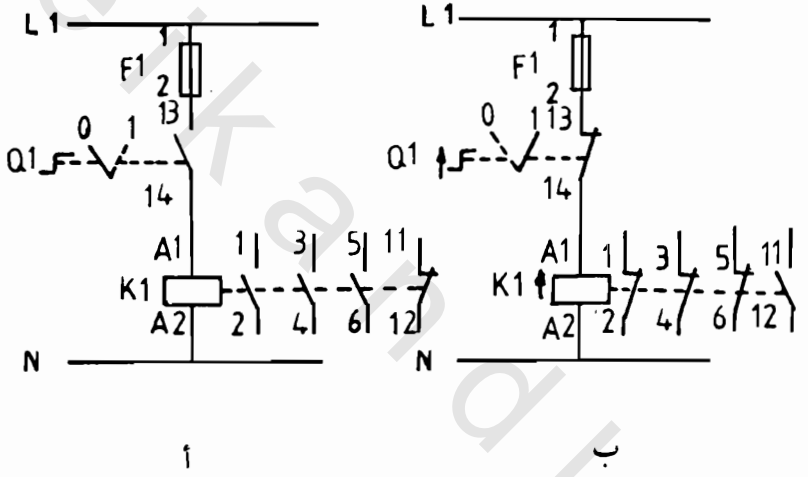
يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعى تشغيل ، أو بضاغط يدوى ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ، ستتضح فى الفقرات التالية ، علماً بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى مبين فى الشكل ٢ - ٨ .

٢-٩-١ التشغيل والفصل بمفتاح له وضعي تشغيل .

الشكل ٢ - ١٦ يعرض دائرة تحكم تحتوى على بوبينة الكونتاكتور K1 ومفتاح التشغيل Q1 ومصهر الحماية F1 .

فالرسم أ يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 0 ، بينما الرسم ب يعرض دائرة التحكم عندما يكون المفتاح Q1 على وضع 1 وفى هذا الوضع فإن ريشة المفتاح Q1 المفتوحة ستصبح مغلقة ؛ وبالتالى يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت ، ويتغير

وضع ريشة التلامس للكونتاكتور ، ويقال إن الكونتاكتور فى حالة تشغيل وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلاً من كونها مفتوحة ، ويتغير وضع ريش التحكم للكونتاكتور فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس ، علماً بأن الكونتاكتور K1 يظل على هذه الحالة إلى أن يتم إعادة المفتاح Q1 إلى وضع 0 ، فينقطع مسار التيار للبوبينة وتعود جميع ريش التلامس (رئيسية وتحكم) إلى وضعها الطبيعى ويقال إن الكونتاكتور فى حالة فصل .

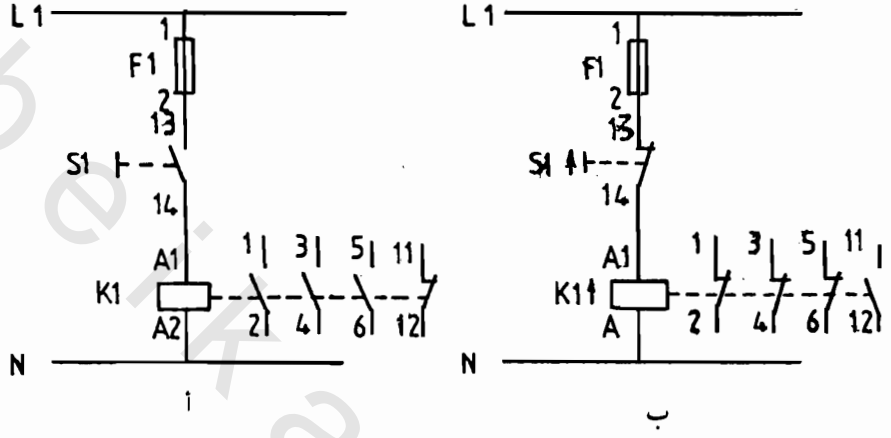


شكل ٢ – ١٦

٢–٩–٢ التشغيل والفصل بضاغط يدوي

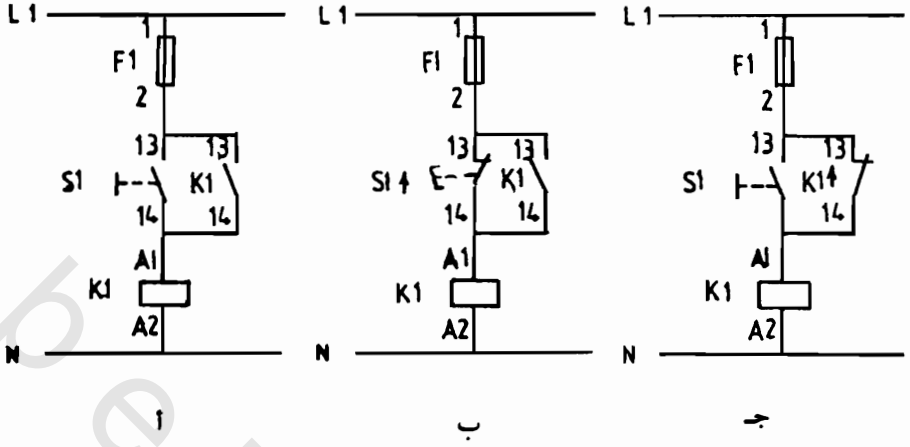
الشكل ٢–١٧ يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 باستخدام الضاغط اليدوى S1 . فالرسم أ يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة ، بينما الرسم ب يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تأثير ضغط يدوى ، والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الرسمين ٢–١٦ أ ، ب ، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل

الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية .

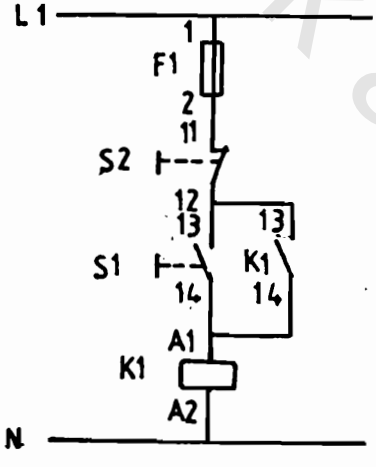


شكل (٢ – ١٧)

وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور K1 حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازى مع الضاغط S1 كما هو موضح بالشكل ٢ – ١٨ ، ففى الرسم أ دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضاغط تشغيل يدوى وريشة إبقاء ذاتى فى الحالة المعتادة وفى الرسم ب دائرة التحكم ولكن لحظة الضغط على الضاغط اليدوى S1، وفى الرسم جـ دائرة التحكم لحظة تحرير الضاغط اليدوى S1 . ويتضح من ذلك أن ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على الإبقاء الذاتى لمرور التيار الكهربى ببوبينة الكونتاكتور K1 بعد إزالة الضغط على الضاغط اليدوى S1 ، ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة ، وهو عدم إمكانية فصل الكونتاكتور .



شكل (٢-١٨)



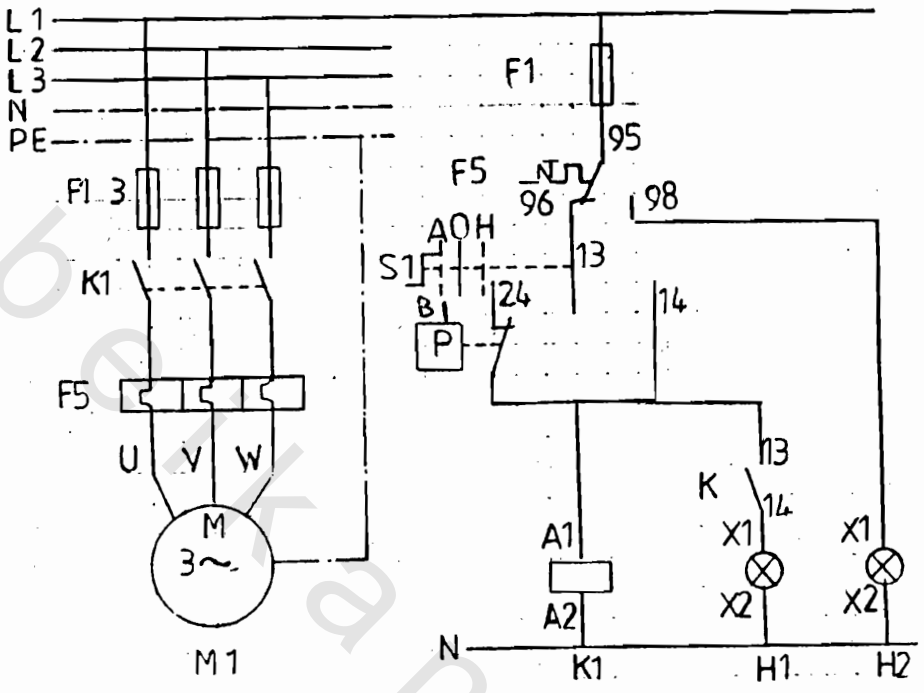
والتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل ٢ - ١٩ - حيث إن S1 هو ضاغط التشغيل ، S2 هو ضاغط الإيقاف ، الريشة 14 -K1/13 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار ، وهى إحدى ريش الكونتاكتور K1 .

شكل (٢-١٩)

٢-١٠ التشغيل الأتوماتيكى أو اليدوى لضاغط الهواء

فى الشكل ٢-٢٠ المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجى نو قفص سنجابى ، يدير ضاغطاً هوائياً ، بحيث يمكن تشغيل المحرك اتوماتيكياً .Aut أو يدويا Man .

obeikandl.com



شكل (٢-٢٠)

محتويات المخطط الكهربى :

١ – ثلاثة مصهرات أحادية القطب (F_1 , F_2 , F_3) لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢ – الكونتاكتور K_1 : والذى يقوم بفصل ووصل التيار الكهربى عن المحرك M_1

٣ – المتمم الحرارى F_5 : والذى يقوم بحماية المحرك M_1 من زيادة الحمل

٤ – مصهر أحادى القطب F_4 : والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥ – مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S_1 وهذ المواضع كمايلى Aut - O - Man .

٦ – لمبة بيان التشغيل H_1 (لمبة لونها أخضر)

٧– لمبة بيان زيادة الحمل H_2 (لمبة لونها أحمر)

٨ – مفتاح ضغط B_1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعاً لضغط الهواء فى خزان الهواء المضغوط .

نظرية التشغيل :

١ – التشغيل الأتوماتيكي :

عند وضع مقتاح الاختيار S_1 على وضع Aut. تنغلق الريشة S_1/13-24 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 ، فتتمغنط بوبينة الكونتاكتور K_1 ، ويعمل الكونتاكتور على عكس ريشة الرئيسية وريش التحكم . فيدور محرك الضاغط ، وأيضاً تضىء اللمبة H_1 ، وعند ارتفاع ضغط الهواء داخل خزان الهواء تفتح ريشة مفتاح الضغط B_1/11-12 ، فينقطع مسار التيار عن بوبينة الكونتاكتور K_1 فيتوقف المحرك M_1 وتنطفىء لمبة البيان H1 ، وعند انخفاض الضغط فى خزان الهواء عن الضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B_1 تعود الريشة B_1/11-12 مغلقة مرة أخرى فيعمل المحرك M_1 من جديد وهكذا .

٢ – التشغيل اليدوى :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع Man تنغلق الريشة S_1/13-14 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 وتتمغنط البوبينة وتباعاً يعمل الكونتاكتور K_1 على عكس ريشة الرئيسية وريش التحكم ، ويدور محرك الضاغط وتضىء اللمبة H_1 ويستمر محرك الضاغط فى حالة تشغيل مستمر .

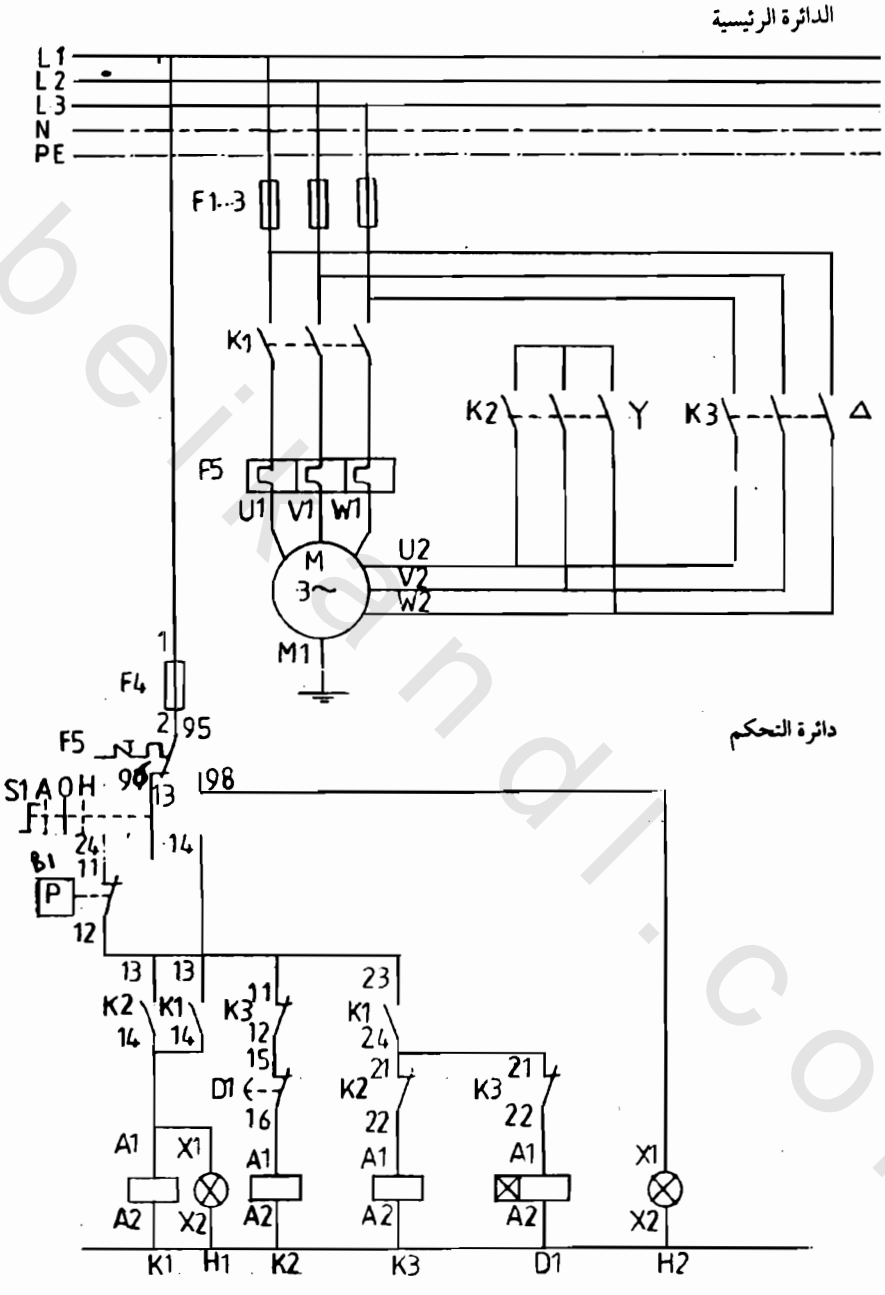
٣ - إيقـاف المحـرك :

عند وضع المفتاح S1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 ويتوقف المحرك فى الحال وكذلك تنطفىء لمبة التشغيل H1 .

وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك سواء كان المحرك يعمل يدوياً Man ، أو أتوماتيكياً Aut ، تفتح ريش المتمم الحرارى F5/ 95 - 96 ، وتغلق الريشة F5/ 95 - 98 فيتوقف المحرك وتضىء لمبة البيان الحمراء H2 .

وفى الشكل ٢-٢١ الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم فى محرك ضاغط هواء مضغوط يبدأ حركته نجما وبعد 3 ثوانى يعمل دلتا وذلك لتقليل تيار البدء للمحرك ، ويتم ذلك إما يدوياً أو أتوماتيكياً .

openkandl.com


الدائرة الرئيسية
L1
L2
L3
N
PE
F1..3
K1
K2
Y
K3
Δ
F5
U1
V1
W1
M
3~
U2
V2
W2
M1
1
F4
2
95
F5
دائرة التحكم
S1
A
O
H
96
13
98
F1
24
14
B1
11
P
12
13
13
K2
K1
14
14
K3
11
12
15
D1
16
K1
23
24
K2
21
22
K3
21
22
A1
X1
A2
X2
A1
A2
A1
A2
A1
A2
X1
X2
K1
H1
K2
K3
D1
H2

شكل (٢ – ٢١)

محتويات المخطط الكهربي :

١ – ثلاثة مصهرات أحادية القطب F1 , F2 , F3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر .

٢ – ثلاثة كونتاكتورات K1 , K2 , K3 .

٣ – المتمم الحرارى F5 : والذى يقوم بحماية المحرك M1 من زيادة الحمل .

٤ – مصهر أحادى القطب F4 : والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر .

٥ – مفتاح إختيار بثلاثة مواضع S1 وهذه المواضع كالآتى : Man ، o ، Aut .

٦ – مؤقت زمنى D1 يؤخر عند التوصيل وهذا المؤقت معاير على 3 ثوانى .

٧ – مفتاح ضغط B1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعاً لضغط الهواء فى الخزان .

٨ – لمبة بيان التشغيل H1 (لونها أخضر) .

٩ – لمبة بيان زيادة الحمل H2 (لونها أحمر) .

نظـرية التشغـــيل :

١ – التشغيل الأتوماتيكي :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع لتشغيل الأتوماتيك Aut يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 ، فتغلق الريشة 14 - 13 / K_2 ، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K_1 فيدور المحرك M1 وملفاته موصلة نجما حيث إن الكونتاكتور K2 يقوم بعمل قصر على أطراف المحرك (u_2 , v_2 ,w_2) . وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H_1 . ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D_1 لغلق الريشة 24 - 23 / K_1 ، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى D_1 (3ثوانى) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشة فتفتح الريشة 16 - 15 / D_1 ، فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 ، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K3 لعودة الريشة 22 - 21/ K_2 مغلقة مرة أخرى (نتيجة لفصل الكونتاكتور K_2)،

ويدور المحرك ملفاته موصلة دلتا Δ . وعند ارتفاع الضغط فى خزان الهواء المضغوط يقوم مفتاح الضغط B_1 بفتح ريشته المغلقة 12 - 11 / B_1 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 , K_3 فيتوقف المحرك ، وبعد استهلاك الهواء المضغوط عند الأحمال وانخفاض الضغط داخل الخزان يقوم مفتاح الضغط B_1 بغلق ريشته 12 - 11 / B_1 ويبدأ المحرك من جديد حركته نجما ثم دلتا بنفس الطريقة المشروحة سالفاً .

٢ - التشغيل اليدوي :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع التشغيل اليدوى Man يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 ، وتباعاً لبوبينة الكونتاكتور K_1 ، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H_1 ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D_1 ، وبعد انتهاء زمن البدء 3S (وهو الزمن المعاير عليه المؤقت D_1) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشة فتفتح الريشة 16 - 15 / D_1 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لبوبينة K_3 ويدور المحرك وملفاته موصله دلتا .

٣ - الإيقاف :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لكل من K_1 , K_3 ويتوقف المحرك وتنطفىء اللمبة H_1 . وعند زيادة الحمل على المحرك أثناء دورانه أتوماتيكياً أو يدوياً تفتح الريشة 96 - 95 / F_5 فينقطع مسار التيار عن K_1 , K_3 فيتوقف المحرك فى نفس اللحظة تغلق الريشة 98 - 95 / F5 فتضىء لمبة الخطأ H_2 . وبعد إزالة سبب زيادة الحمل على محرك الضاغط يعاد المحرك للخدمة وذلك بعد التحرير اليدوى لمتمم زيادة الحمل F_5 بواسطة زر أحمر معد لذلك فى المتمم الحرارى .