الباب الثانى

عناصر التحكم الكهربى

obeikandl.com

obeikandl.com

عناصر التحكم الكهربى

٢ / ١ – مقدمة :

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

أ – عناصر التشغيل : مثل المحركات الكهربية بأنواعها المختلفة .

ب – أجهزة التحكم الكهربية والتى تنقسم إلى :

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 فى 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 الهوائى للحصول على هواء مضغوط، لذلك سنتناول المحركات الكهربية فى هذه الفقرة بطريقة موجزة ومبسطة، **وتنقسم المحركات الكهربية حسب تيار التشغيل إلى :**

محركات تيار مستمر – محركات تيار متردد .

وسوف نتناول محركات التيار المتردد خصوصًا المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى لما لها من انتشار عظيم فى الصناعة .

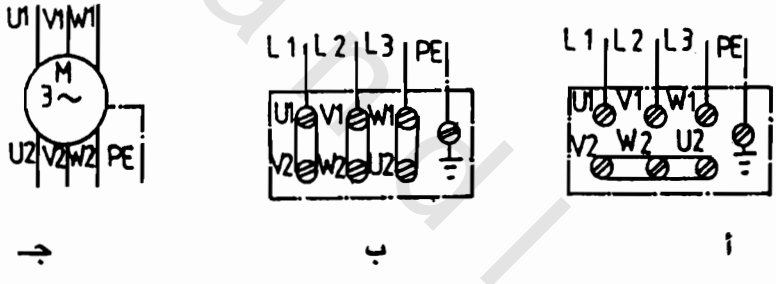
فتتواجد المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى فى عدة صور أهمها المحركات الاستنتاجية نجما دلتا Y/Δ، حيث يتم توصيل الملفات الثلاثة لهذه المحركات على شكل (Δ) للعمل على جهد U، أو نجما (Y) للعمل على جهد $\sqrt{3}U$، فإذا كان جهد تشغيل المحرك عند توصيله 220 VΔ؛ فإن جهد تشغيل المحرك عند توصيله Y وهو 380V.

وتحتوى هذه المحركات على ست نقاط توصيل رموزهم كالتالى:

(U_2, V_2, W_2) - (U_1, V_1, W_1)

حيث إن الملف الأول أطرافه U_1, U_2 والملف الثانى أطرافه V_1, V_2 والملف الثالث أطرافه W_1, W_2.

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).



الشكل (٢ – ١)

حيث إن L_1, L_2, L_3 هى الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى ثلاثى الأوجه، PE هو خط الأرضى للمصدر الكهربى علماً بأن المحركات الكهربية عادة تكون مزودة بنقطة توصيل إضافية لخط الأرضى، وعند توصيل هذه النقطة بخط الأرضى للمصدر الكهربى تمنع حدوث صعقة كهربية للأشخاص عند ملامسة جسم المحرك وذلك عند انهيار عزل المحرك.

ملاحظة: لمعرفة المزيد عن المحركات الكهربية استعن بالجزء الأول من سلسلة التحكم العملية (دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأوتوماتيكية).

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 فى الخزانات.. إلخ وسوف نتناول أهم أجهزة نقل البيانات فى الفقرات القادمة.

٢ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches :

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

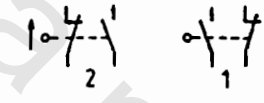
والشكل (٢ - ٢) يعرض الأشكال المختلفة لمفاتيح نهايات المشوار الميكانيكية والتى لها رءوس عناصر فعل مختلفة وهى كالآتى:

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

أ ب جـ د هـ

الشكل (٢ – ٢)

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



٢ / ٣ / ٢- مفاتيح الضغط والخلخلة Pressure and vacuum switches :

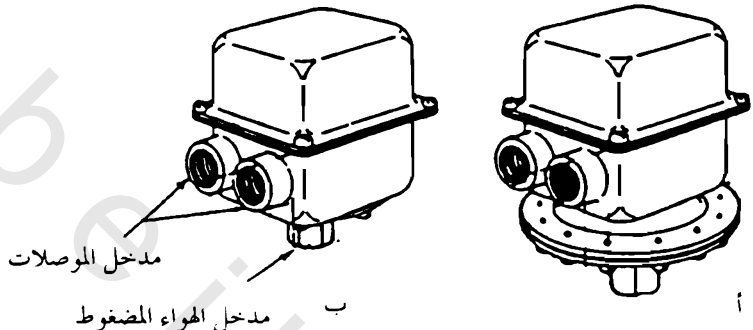
صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة فى دوائر الموائع (سوائل – غازات)، وتحتوى هذه المفاتيح إما على ريش تلامس كالمستخدمة فى مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية، أو تحتوى على ريش تلامس رئيسية لوصل وفصل المحركات مباشرة، وتعمل مفاتيح الضغط والخلخلة على عكس ريش تلامسها فتتحول ريش التلامس المفتوحة NO إلى مغلقة والمغلقة طبيعيًا 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 تبعًا لطريقة عملها: **الأولى** تعمل نتيجة لدفع المائع لغشاء مطاطى ، أما **الثانية** تعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس.

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

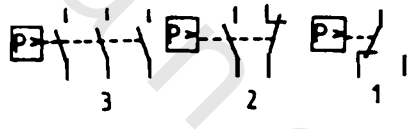
– مفتاح ضغط بغشاء مطاطى رمزود بريشة قلاب (الشكل أ) .

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



الشكل (٢ – ٣)

وفيما يلى الرموز الكهربية للأنواع المختلفة لمفاتيح الضغط .



فالرمز 1 لريشة قلاب والرمز 2 لريشتين **أحدهما** مفتوحة **والأخرى** 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 ما بين 0:40 mm، ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه، **وتنقسم هذه المفاتيح إلى ثلاثة أنواع تبعًا لنظرية عملها وهى** :

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

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

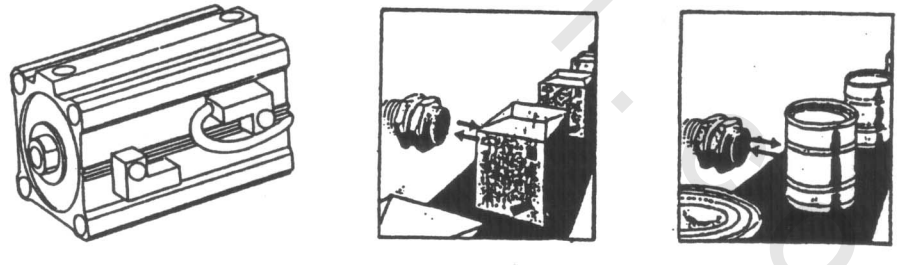
النوع الثالث: ينعكس حالة ريش تلامسها عند مرور مغناطيس دائم بجوارها، ويستخدم هذا النوع عادة فى تتبع حركة أسطوانة هوائية والتى يثبت بمكبسها مغناطيس دائم، وتسمى هذه المفاتيح بالمفاتيح التقاربية المغناطيسية.

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

أما المفاتيح التقاربية السعوية Capacitive proximity switches فتستخدم للإحساس بتقارب الأجسام العازلة كهربيًا.

أما المفاتيح التقاربية المغناطيسية magnetic proximity switches فتستخدم للأحساس بموضع الأسطوانات 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 لأسطوانة هوائية مثبت عليها مفتاحين تقاربيين لتحديد مكان مكبس الأسطوانة (جـ).



أ ب جـ

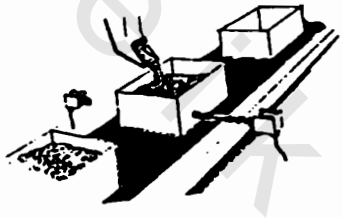
الشكل (٢-٤)

وفيما يلى الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية بأنواعها المختلفة:

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

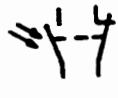
٢ / ٣ / ٤ - الخلايا الضوئية Photo-electric detectors :

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح ما بين عدة مليمترات إلى عدة مترات، كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربيًا أو موصلة كهربيًا، وتقوم الخلايا الضوئية بعكس حالة ريشة تلامسها عند قطع جسم غريب للشعاع الضوئى لها. والشكل (٢-٥) يعرض صورة لوحدة ملء صناديق تستخدم خلية ضوئية للتحكم فى عملية الملء.



الشكل (٢-٥)

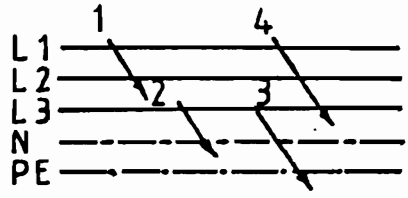
وفيما يلى رمز الخلية الضوئية (غير قياسى)



٢ / ٣ / ٥ - أجهزة الوقاية Protection devices :

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

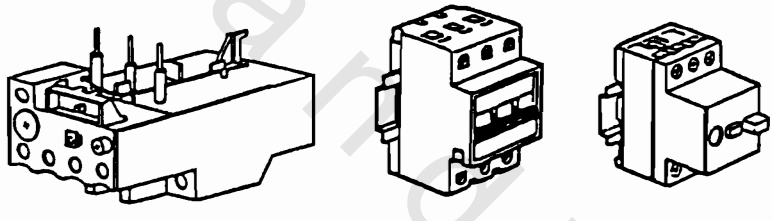
أ- **القصر**: وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معًا، أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرض PE، أو مع خط التعادل N ويزداد التيار المار فى الدائرة لحظة القصر ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك. والشكل (٢ - ٦) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر علمًا بأنه يستخدم المصهرات الكهربية Fuses أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية miniatures لحماية الدائرة من القصر.



الشكل (٢-٦)

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

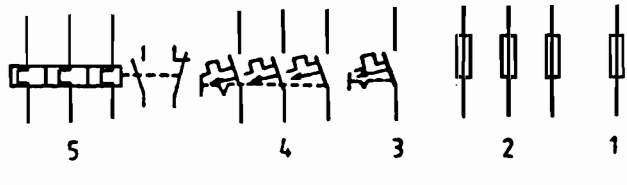
والشكل (٢ - ٧) يعرض صورة لقاطع محركات ذى قدرة صغيرة (أ) وقاطع دائرة ثلاثى القطب (ب) ومتمم حرارى (جـ).



الشكل (٢-٧)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة الوقاية:

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



٢ / ٤ – أجهزة معالجة البيانات Data processing devices :

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

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

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

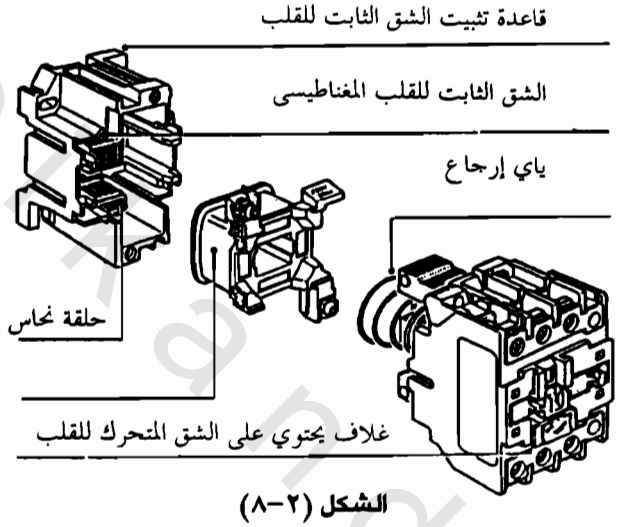
٢ / ٤ / ١ – الريلهات الكهرومغناطيسية Electromagnetic relays :

تتشابه الريلهات الكهرومغناطيسية والكونتاكتورات (سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (٢ – ٥) لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى البوبينة (ملف انتشغيل)، وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى، علمًا 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 لا يحتوى على ريش تلامس رئيسية (وهى ريش تتحمل تيارات تشغيل كبيرة وتقوم بوصل وفصل المحركات) بل ريش تحكم فقط (وهى ريش تتحمل تيارًا لا يزيد عن 10 A)، وتستخدم هذه الريش فى دوائر التحكم التى سوف نتناولها فيما بعد لعمل بعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم .

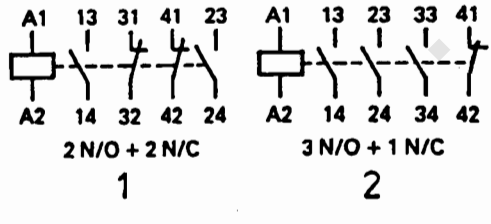
أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش تلامس رئيسية وكذلك ريش تلامس مساعدة (ريش تحكم) .

والشكل (٢-٨) يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكتور فالرمز 1 لريلاى يحتوى على ريشتين مفتوحتين طبيعيًا وريشتين مغلقتين طبيعيًا 2NO + 2NC والرمز 2 لريلاى يحتوى على ثلاث ريش مفتوحة وريشة مغلقة 3NO + NC علمًا بأن A1, A2 هما طرفى بوبينة المفتاح الكهرومغناطيسى ولحظة اكتمال مسار التيار للبوبينة ينعكس حالة ريش تلامس المفتاح الكهرومغناطيسى فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس.



الشكل (٢-٨)

وفيما يلى الرموز الكهربية للريليهات الكهرومغناطيسية:



٢ / ٤ / ٢ - المؤقتات الزمنية Timers:

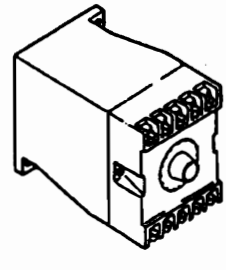
يوجد أنواع مختلفة للمؤقتات الزمنية مثل: المؤقتات الإلكترونية، والمؤقتات ذو المحرك، والمؤقتات الهوائية، **وسوف نتناول فى هذه الفقرة المؤقتات الإلكترونية فقط والتى تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع حسب نظرية عملها:**

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 طبيعيًا 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 عند انقطاع مسار التيار للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى t (يعتمد على زمن المعايرة للمؤقت).

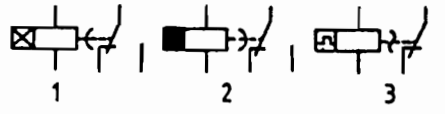
٣- **المؤقت الزمنى الرعاش Flashing Timer** فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامس المؤقت t1، ثم تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى لمدة t2، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى علمًا بأن هذه المؤقتات لها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

والشكل (٢ – ٩) يعرض صورة مؤقت زمنى إلكترونى.



الشكل (٢ – ٩)

وفيما يلى رموز المؤقتات الزمنية المختلفة.



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

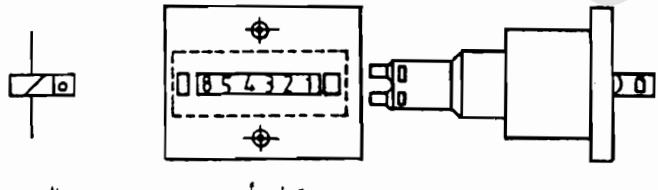
٢ / ٤ / ٣ – العدادات الكهروميكانيكية Electro mechanical counters :

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 العداد بمقدار واحد كلما وصلت له نبضة كهربية حتى يصل قيمة العدد المعروض إلى 99999، ثم يعود للصفر من جديد ويبدأ العد من جديد وهكذا.

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

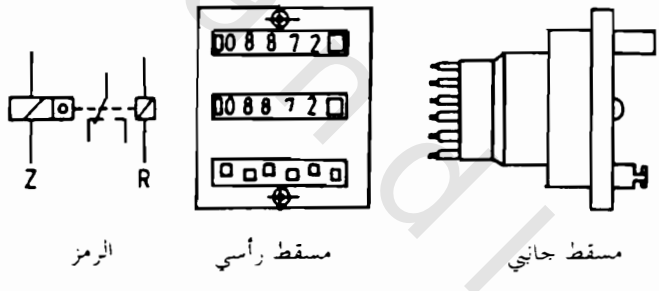


الشكل (٢–١٠)

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 نبضة كهربية ازدادت القراءة بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد مساوية للعدد المحمل به العداد. وفى هذه الحالة يقوم العداد بعكس حالة ريشه فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا مغلقة والمغلقة طبيعيًا 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 لهذا العداد وكذلك رمز العداد (غير قياسى).

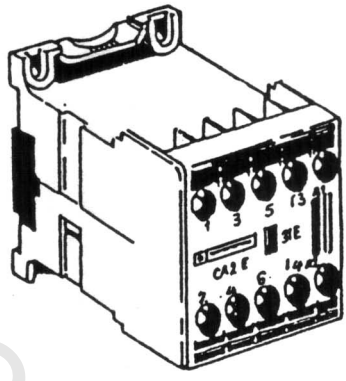


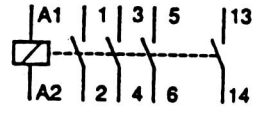
الشكل (٢ - ١١)

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 لا تختلف عن الريلهات إلا فى وظيفتها فالكونتاكتورات تستخدم فى وصل وفصل الأحمال، والريلهات تستخدم فى معالجة البيانات القادمة إليها تبعًا لطريقة توصيلها (انظر الفقرة ٤-٥-١).

والشكل (٢ – ١٢) يعرض صورة لكونتاكتور ورمزه الكهربى.





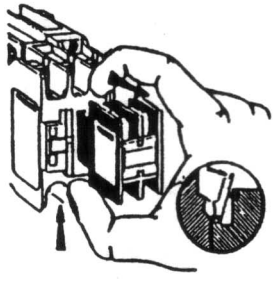
الرمز الكهربي

الشكل (٢ – ١٢)

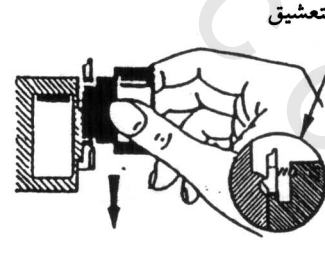
وتثبت المتممات الحرارية عادة أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيًا لحماية المحركات من زيادة الحمل.

وفى بعض الأحيان يلزم الأمر زيادة عدد ريش التلامس الإضافية (ريش التحكم) الخاصة بالكونتاكتور ، ولتحقيق ذلك تضاف وحدات تلامس إضافية تثبت على وجه الكونتاكتور 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 بريشتين مغلقتين (2NC)، وأخرى مزودة بأربع ريش مفتوحة (4NO) وهكذا. والشكل (٢ – ١٣) يعرض طريقة تثبيت وحدة إضافية تحتوى على ريشتين على وجه كونتاكتور (أ) وكذلك طريقة نزعها من على الكونتاكتور (ب).



ب



أ

الشكل (٢ – ١٣)

٢ / ٦- أجهزة مخاطبة نظام التحكم man machine dialogue :

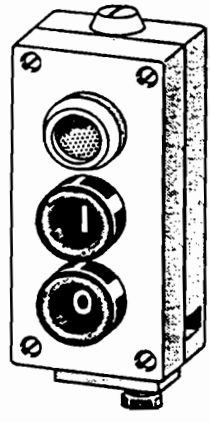
وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة نظام التحكم، أو الآلة بمعنى إعطاء أوامر للنظام، وأيضًا متابعته فى نفس الوقت، وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتى مثل الأبواق . . إلخ، وتعتبر ألوان لمبات البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين، وذلك لتجنب الفهم الخاطئ عند إعطاء الأوامر، ومتابعة النظام والجدول الآتى يوضح الالوان الخاصة بالضواغط واستخدامها .

اللـــــون	الاستخـــدام
أحمر	إيقاف (Stop)، فصل off، طوارئ Emergency
أخضر وأسود	بدء Start، تشغيل ON
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها .
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم فى العمليات الثانوية التى لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام.

أما الجدول التالى فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها :

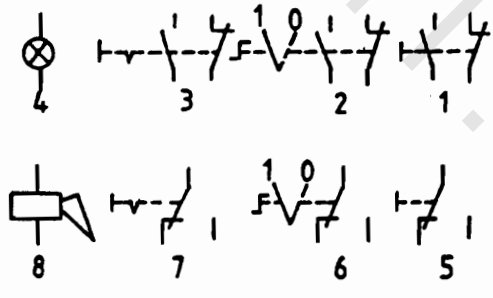
اللـــــون	الاستخـــدام
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية) .
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار، أو درجة الحرارة، أو الضغط للقيمة القصوى أو الصغرى لها، أو تحذير من حدوث شيء غير طبيعى .
أخضر	الماكينة تعمل، أو الماكينة جاهزة للبدء أو ضغط الهواء مناسب للعمل.
أبيض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد) .
أزرق	وظائف مختلفة عما سبق ذكره .

والشكل (٢ – ١٤) يعرض وحدة تحكم تحتوى على لمبة بيان وضاغط تشغيل I وضاغط إيقاف 0.



الشكل (٢-١٤)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة مخاطبة الآلة.



حيث إن:

الرمز 1 لضاغط بريشتين NO+NC.

الرمز 2 لمفتاح دوار بوضعين 0, 1 ويحتوى على ريشتين NO+NC.

obeikandl.com

الرمز 3لمفتاح بزر انضغاطى ويحتوى على ريشتين NO+NC .

الرمز 4 للمبة بيان .

الرمز 5 لضاغط بريشة قلاب CO .

الرمز 6 لمفتاح دوار بريشة قلاب CO .

الرمز 7 لمفتاح بزر انضغاطى بريشة قلاب CO .

الرمز 8 لهورن (إنذار صوتى) .

٢ / ٧ - الحروف الدالة على نظام الترقيم لأجهزة التحكم :

الجدول التالى يعرض الحروف الدالة على رموز التحكم المختلفة .

جهاز التحكم	الحرف	جهاز التحكم	الحرف
المحركات	M	المؤقت الزمنى	KT,D
الضواغط اليدوية ومفاتيح نهاية	S	الصمام الاتجاهى	Y
المشوار		لمبات البيان والأبواق	H
مفتاح الضغط ودرجة الحرارة . .	B	المحولات	T
إلخ		المولدات	G
الريلاى الكهرومغناطيسى	K	المفاتيح ذات المواضع المختلفة	Q
الكونتاكتور	KM		

وترقم أجهزة التحكم بالأسلوب التالى :

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

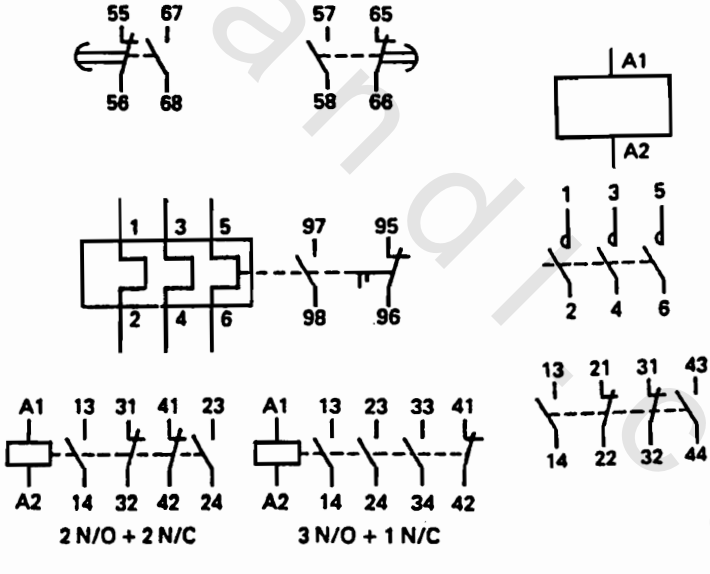
القطب الأول (L_1-T_1) أو (1-2)

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؛ وأيضًا 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 A1-A2 وذات الملفين بالرموز (A1-A2), (B1-B2) والشكل (٢ - ١٥) يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم تبعًا للنظام العالمى.



الشكل (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 والأبواق 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 طبيعيًا No ترسم مفتوحة والمغلقة طبيعيًا 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 ذا الملفين المنفصلين عدا أن سعة محولات التحكم صغيرة ولا تتعدى فى العادة (1000 VA).

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

ثانيًا: 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. وتستخدم المصهرات الكهربية

والقواطع الأتوماتيكية عادة فى حماية 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.

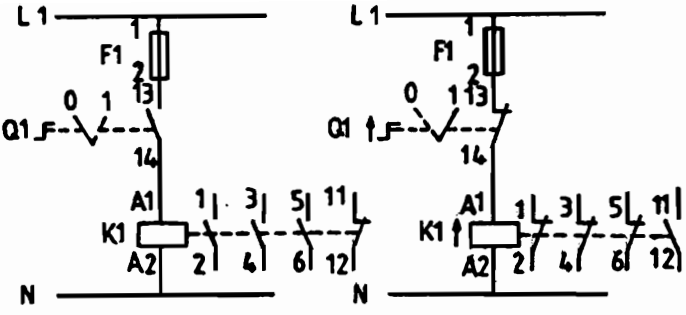
٢ / ٩ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى:

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

٢ / ٩ / ١ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعى 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 طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس، علمًا 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.

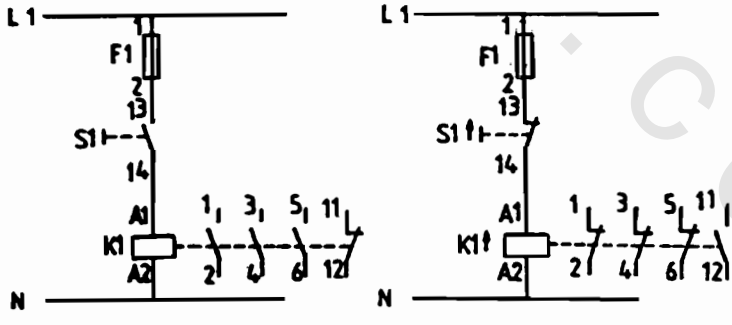


ب أ

الشكل (٢ – ١٦)

٢ / ٩ / ٢ – التشغيل والفصل بضاغط يدوى:

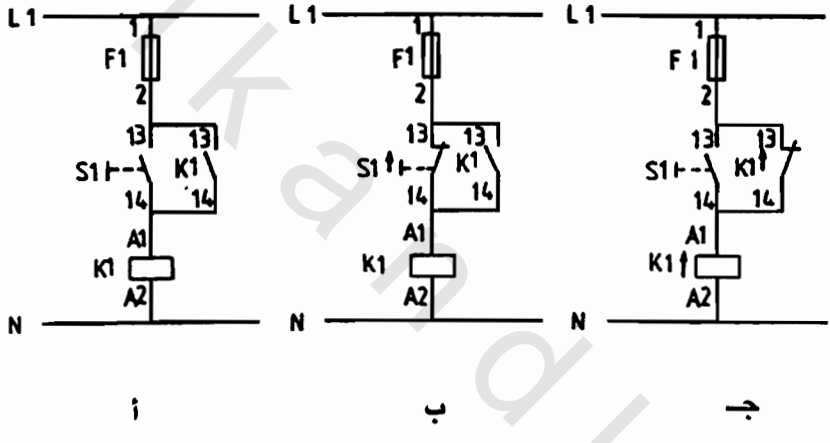
الشكل (٢ – ١٧) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 باستخدام الضاغط اليدوى S1 . فالرسم (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة، بينما الرسم (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تاثير ضغط يدوى، والفرق بينهما يشبه تمامًا الفرق بين الرسمين (٢–١٦ أ، ب)، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية.



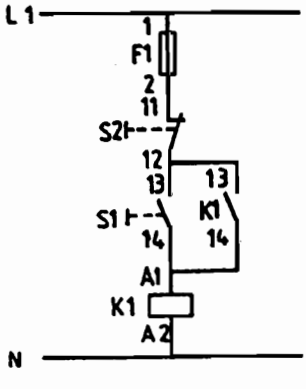
ب أ

الشكل (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.



الشكل (٢ – ١٨)

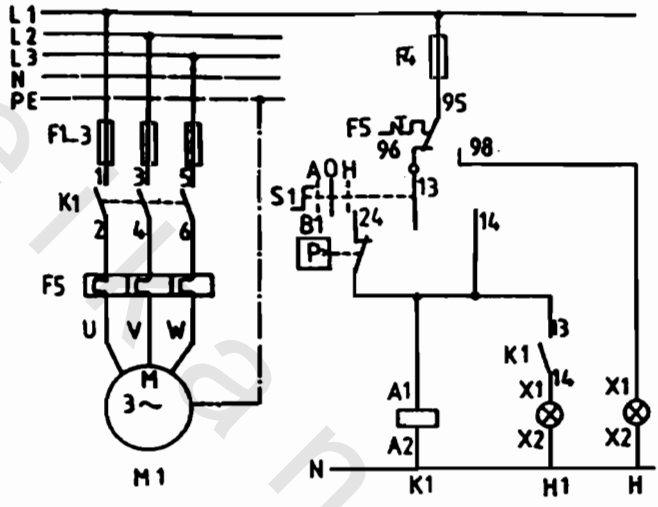


وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (٢ – ١٩) حيث إن S1 هو ضاغط التشغيل، S2 هو ضاغط الإيقاف، الريشة K1/13-14 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار، وهى إحدى ريش الكونتاكتور K1.

الشكل (٢ – ١٩)

٢ / ١٠ – التشغيل الأتوماتيكى أو اليدوى لضاغط الهواء:

فى الشكل (٢ – ٢٠) المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى، يدير ضاغطًا هوائيًا، بحيث يمكن تشغيل المحرك أتوماتيكيًا Aut أو يدويًا Man.



الشكل (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 وهذه المواضع كما يلى Aut-O-Man.

٦– لمبة بيان التشغيل H_1 (لمبة لونها أخضر).

٧- لمبة بيان زيادة الحمل H2 (لمبة لونها أحمر) .

٨- مفتاح ضغط B1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعًا لضغط الهواء فى خزان الهواء المضغوط .

نظرية التشغيل :

١ - التشغيل الأتوماتيكى :

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع Aut تنغلق الريشة S1/13-24 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، فتتمغنط بوبينة الكونتاكتور K1، ويعمل الكونتاكتور على عكس ريشه الرئيسية وريش التحكم . فيدور محرك الضاغط، وأيضًا تضيء اللمبة H1، وعند ارتفاع ضغط الهواء داخل خزان الهواء تفتح ريشة مفتاح الضغط B1/11-12، فينقطع مسار التيار عن بوبينة الكونتاكتور K1 فيتوقف المحرك M1 وتنطفئ لمبة البيان H1، وعند انخفاض الضغط فى خزان الهواء عن الضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1 تعود الريشة B1/11-12 مغلقة مرة أخرى فيعمل المحرك M1 من جديد وهكذا .

٢ - التشغيل اليدوى :

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع Man تنغلق الريشة S1/13-14 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 وتتمغنط البوبينة وتباعًا يعمل الكونتاكتور K1 على عكس ريشه الرئيسية وريش التحكم، ويدور محرك الضاغط وتضيء اللمبة H1 ويستمر محرك الضاغط فى حالة تشغيل مستمر .

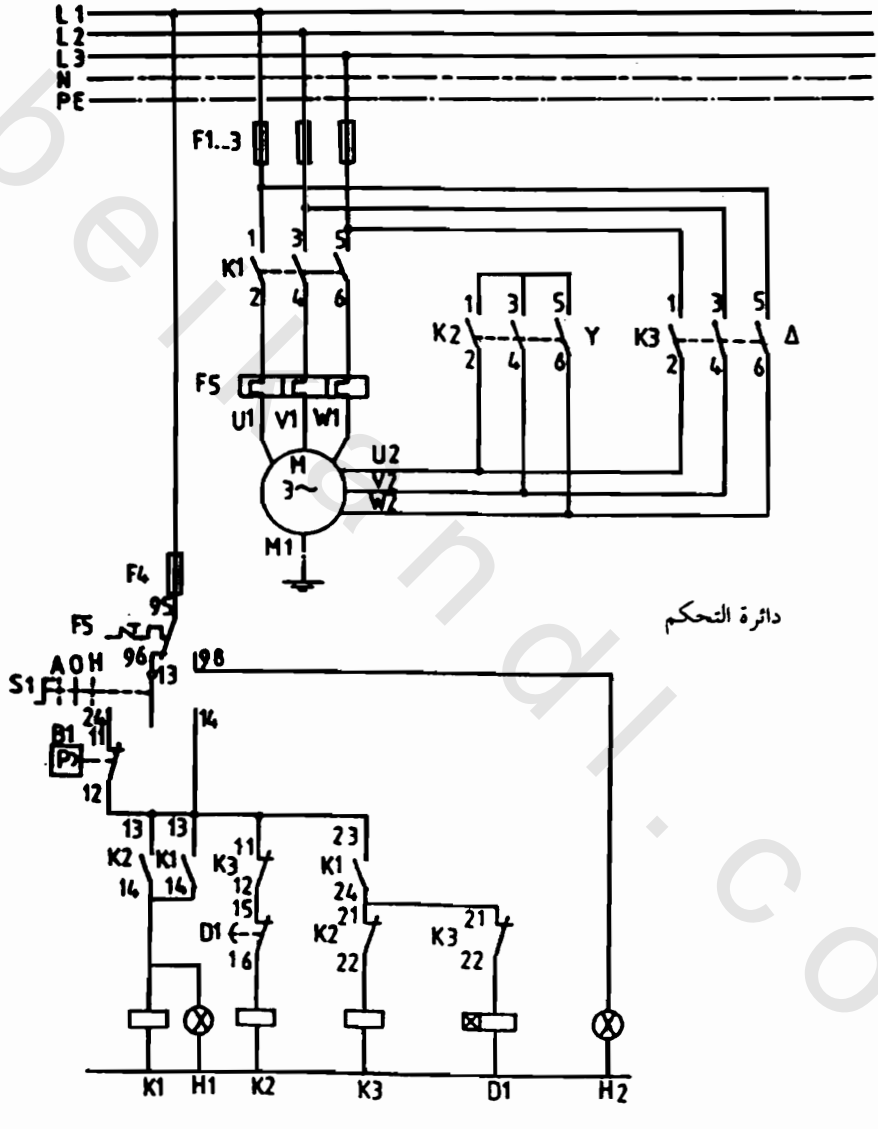
٣ - إيقاف المحرك :

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

وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك سواء كان المحرك يعمل يدويًا Man، أو أتوماتيكيًا Aut، تفتح ريش المتمم الحرارى F5/95-96، وتغلق الريشة F5/95-98 فيتوقف المحرك وتضيء 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 يدويًا أو أتوماتيكيًا .

الدائرة الرئيسية



الشكل (٢ – ٢١)

محتويات المخطط الكهربى:

١- ثلاثة مصهرات أحادية القطب F_1,F_2,F_3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢- ثلاثة كونتاكتورات K_1,K_2,K_3.

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 وهذه المواضع كالآتى: Aut, O, Man.

٦- مؤقت زمنى D_1 يؤخر عند التوصيل وهذا المؤقت معاير على 3 ثوانى.

٧- مفتاح ضغط B_1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعًا لضغط الهواء فى الخزان.

٨- لمبة بيان التشغيل H_1 (لونها أخضر).

٩- لمبة بيان زيادة الحمل H_2 (لونها أحمر).

نظرية التشغيل:

١ - التشغيل الأتوماتيكى:

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع التشغيل الأتوماتيك Aut يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2، فتغلق الريشة $K_2/13-14$، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K_1 فيدور المحرك M_1 وملفاته موصلة نجما، حيث إن الكونتاكتور K_2 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 $K_1/23-24$، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى D_1 (ثلاث ثوانى) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشه فتفتح الريشة $D_1/15-16$ فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_3 لعودة الريشة $K_2/21-22$ مغلقة مرة أخرى (نتيجة لفصل الكونتاكتور K_2)، ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا Δ. وعند ارتفاع الضغط فى خزان الهواء المضغوط يقوم مفتاح الضغط B_1 بفتح ريشته المغلقة $B_1/11-12$ فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 وK_3 فيتوقف

المحرك، وبعد استهلاك الهواء المضغوط عند الأحمال وانخفاض الضغط داخل الخزان يقوم مفتاح الضغط B1 بغلق ريشته B1/11-12 ويبدأ المحرك من جديد حركته نجما ثم دلتا بنفس الطريقة المشروحة سالفًا.

٢ - التشغيل اليدوى:

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع التشغيل اليدوى Man يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، وتباعًا لبوبينة الكونتاكتور K1، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H1 ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D1، وبعد انتهاء زمن البدء 3S (وهو الزمن المعاير عليه المؤقت D1) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشه فتفتح الريشة D1/15-16 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2 وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لبوبينة K3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

٣ - الإيقاف:

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لكل من K1, K3 ويتوقف المحرك وتنطفئ اللمبة H1. وعند زيادة الحمل على المحرك أثناء دورانه أتوماتيكيًا أو يدويًا تفتح الريشة F5/95-96 فينقطع مسار التيار عن K1, K3 فيتوقف المحرك وفى نفس اللحظة تغلق الريشة F5/95-98 فتضىء لمبة الخطأ H2. وبعد إزالة سبب زيادة الحمل على محرك الضاغط يعاد المحرك للخدمة وذلك بعد التحرير اليدوى لمتمم زيادة الحمل F5 بواسطة زر أحمر معد لذلك فى المتمم الحرارى.