

الباب الثانى

عناصر التحكم الكهربى

٢ - ١ مقدمة

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

أ - عناصر التشغيل : مثل المحركات الكهربائية بأنواعها المختلفة .

ب - أجهزة التحكم الكهربائية والتي تنقسم إلى :

١ - أجهزة نقل البيانات ، مثل مفاتيح نهاية المشوار ، مفاتيح الضغط ، المفاتيح

التقريبية ، 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 ، ولبات

البيان وأبواق الإنذار الصوتية .

وسوف نتناول هذه الأجهزة فى الفقرات القادمة .

٢ - ٢ عناصر التشغيل الكهربىة

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

الكهربىة .

فالمحركات الكهربائية تستخدم لإدارة الضاغط الهوائي للحصول على هواء مضغوط ،
لذلك سنتناول المحركات الكهربائية في هذه الفقرة بطريقة موجزة وبمبسطة . وتنقسم المحركات
الكهربية حسب تيار التشغيل إلى :

محركات تيار مستمر - محركات تيار متغير

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

فتتواجد المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابي في عدة صور أهمها المحركات
الاستنتاجية نجما دلتا Y/Δ ، حيث يتم توصيل الملفات الثلاثة لهذه المحركات على شكل (Δ)
للعمل على جهد U_1 ، أو نجما (Y) للعمل على جهد $3 U_1$ ، فإذا كان جهد تشغيل المحرك عند
توصيله $220 V \Delta$ ؛ فإن جهد تشغيل المحرك عند توصيله Y وهو $380 V$.

وتحتوي هذه المحركات على ست نقاط توصيل رموزهم كالتالي :

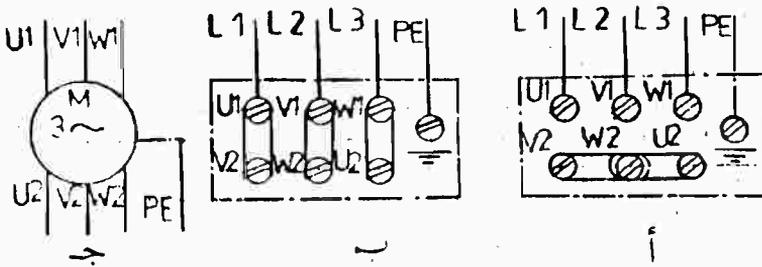
$$(U_2, V_2, W_2) - (U_1, V_1, W_1)$$

حيث إن الملف الأول أطرافه U_1, U_2 والملف الثاني أطرافه V_1, V_2 والملف الثالث

أطرافه W_1, W_2

والشكل ٢ - ١ يعرض طريقة توصيل روزنة (صندوق أطراف المحرك) المحرك نجما Y

مع المصدر الكهربى (أ) ودلتا مع المصدر الكهربى (ب) والرمز العالمى لمحرك نجما- دلتا (ج)



شكل (٢ - ١)

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

ملاحظة : لمعرفة المزيد عن المحركات الكهربائية استعن بالجزء الأول لسلسلة التحكم العملية (بوائر التحكم فى الآلات الكهربائية 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 فى الخزانات ،... إلخ وسوف نتناول أهم أجهزة نقل البيانات فى الفقرات القادمة .

٢ - ٣ - ١ مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches

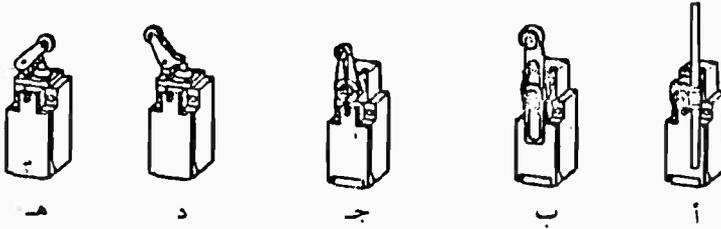
وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الأجسام المتحركة أو الحركة المكررة ، ويعمل نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له فتتحول ريش تلامسه المفتوحة طبيعياً NO إلى مغلقة ، والمغلقة طبيعياً NC إلى مفتوحة ، ويوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل بالمفتاح مثل : خابور من الصلب ، أو من البلاستيك ، أو الصلب لها 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 والتي لها رؤوس عناصر فعل مختلفة وهم كالتى :

- مفتاح نهاية مشوار بذراع تدفع باليد في أى اتجاه (أ) .
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة يمكن رفعها وخفضها وتدفع بكامة تتحرك يميناً ويساراً

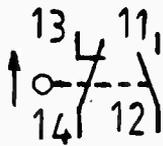
(ب)

- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك يميناً ويساراً (ج)
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك لأعلي أو أسفل (د)
- مفتاح نهاية مشوار بكامة تدفع بكامة تتحرك يميناً (هـ)

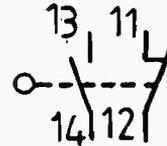


الشكل (٢-٢)

- وفيما يلي رمز مفتاح نهاية مشوار بريشتين : أحدهما - مفتوحة طبيعياً NO والثانية - مغلقة طبيعياً NC مرة في الوضع الطبيعي (الرمز 1) ، وعند قيام جسم متحرك بالضغط على عنصر الفعل للمفتاح ويشار على ذلك بسهم يشير لأعلى بجوار رمز المفتاح (الرمز 2).



2



1

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

صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة في بوانثر 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 طبيعياً NC إلى مفتوحة ، وعند انخفاض الضغط عن حد المعايير بقيم فرقية معينة (تعتمد على تصميم المفتاح) تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى .

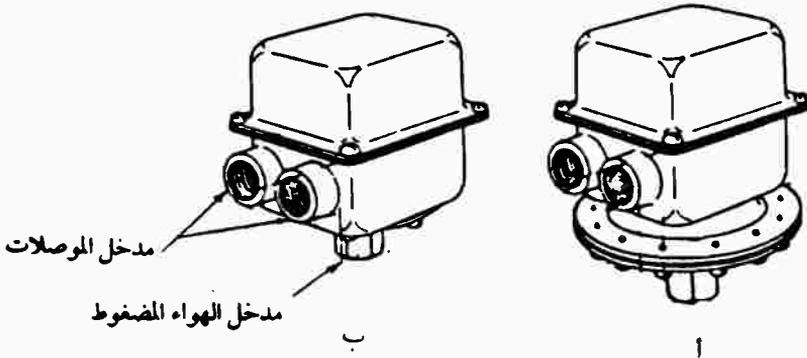
ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة عملها : الأولى تعمل نتيجة لدفع المائع لفشاء مطاطى ، أما الثانية تعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس .

والشكل ٢ - ٣ يعرض نموذجين مختلفين لهذه المفاتيح كما يلي :

- مفتاح ضغط بفشاء مطاطى ومزود بريشة قلاب (أ) .

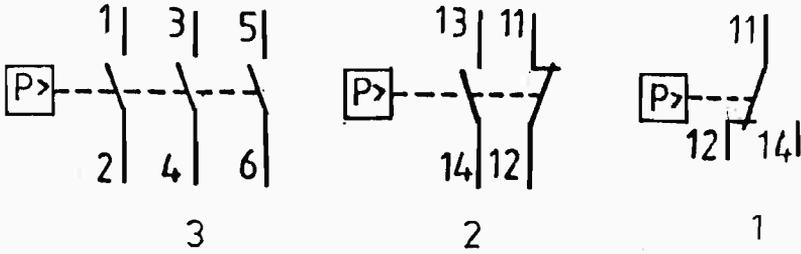
- مفتاح ضغط بمكبس وله ثلاثة أقطاب (ب) .

بوسيلة يدوية لضبط الضغط الأفقى .



الشكل (٢ - ٣)

وفيما يلي الرموز الكهربائية 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 ما بين 0 : 40 mm ، ولكل مفتاح تقاربي مسافة إحساس تعتمد على تصميمه ، وتنقسم هذه المفاتيح إلي ثلاثة أنواع تبعاً لنظرية عملها وهم :

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

النوع الثاني : يبني عملها على 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 والتي يثبت بمكبسها مغناطيس

دائم، وتسمى هذه المفاتيح بالمفاتيح التقاربية المغناطيسية .

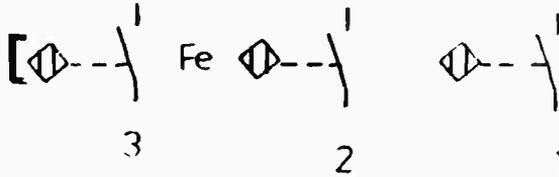
وعادة تستخدم المفاتيح التقاربية الحثية Inductive proximity switches للإحساس بتقارب الأجسام المعدنية .

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

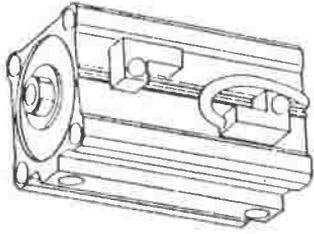
أما المفاتيح التقاربية المغناطيسية magnetic proximity switches فتستخدم للإحساس بموضع الإسطوانات الهوائية المزودة بمغناطيس دائم مثبت بمكبسها .

والشكل ٢ - ٤ يعرض صورة لمفتاح حثي يستخدم في دائرة لعد البراميل المصنعة من الحديد (أ) . وصورة لمفتاح سعوي يستخدم في دائرة لعد صناديق الكرتون (ب) . وصورة لإسطوانة هوائية مثبت عليها مفتاحين تقاربين مغناطيسين لتحديد مكان مكبس الأسطوانة (ج)

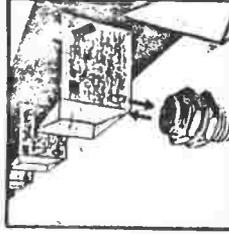
وفيما يلي الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية بأنواعها المختلفة .



فالرمز 1 لمفتاح سعوي بريشه مفتوحة ، والرمز 2 لمفتاح حثي بريشة مفتوحة ، والرمز 3 لمفتاح مغناطيسي بريشة مفتوحة .



(ج)

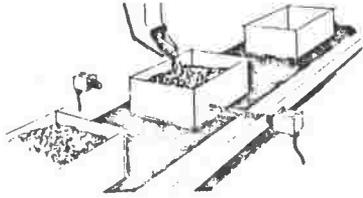


(ب)



(ا)

٢ - ٣ - ٤ الخلايا الضوئية Photo - electric detectors



تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذي يتراوح ما بين عدة مليمترات إلى عدة مترات كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت 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 الملئ .

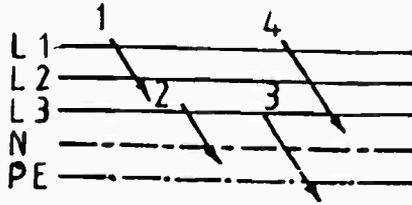
وفىما يلى رمز الخلية الضوئية (غير قياس) .

٢ - ٣ - ٥ أجهزة الوقاية Protection devices

يوجد أنواع مختلفة من أجهزة الوقاية والمستخدمه لحماية الدوائر الكهربائية من :

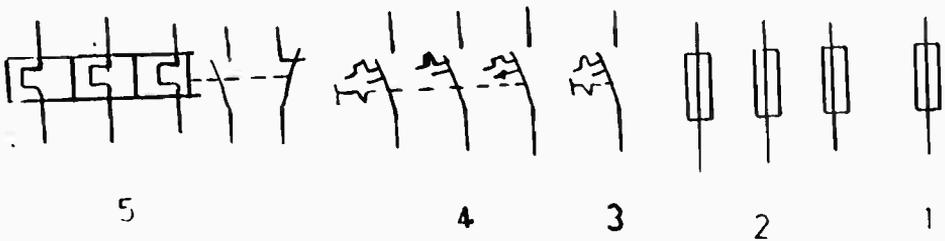
١ - القصر : وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معاً ، أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرض PE ، أو مع خط التعادل N ويزداد التيار المار فى الدائرة لحظة القصر

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

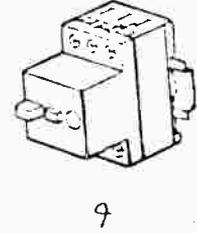
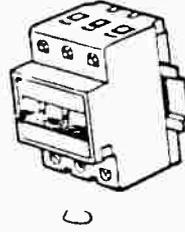
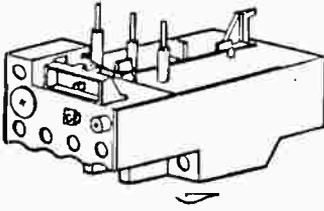


ب - زيادة الحمل : وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية ؛ وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك ، وتستخدم المتعمات الحرارية Thermal overlodd أو قواطع المحركات mcb's لحماية المحركات من زيادة الحمل.

والشكل ٢ - ٧ يعرض صورة لقواطع محركات نو قدرة صغيرة (أ) وقاطع دائرة تلاث القطب (ب) و متم حرارى (ج) وفيما يلى الرموز الكهربائية لأجهزة الوقاية .



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



شكل (٢ - ٧)

٢-٤ أجهزة معالجة البيانات Data processing devices

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ- **الأجهزة التقليدية** ، مثل الريليات 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 الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية ، ولبات البيان ... إلخ . تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعاً لبرنامج التشغيل ، وسوف نتناول أجهزة التحكم المبرمج واستخدامها في التحكم في النظم الهوائية بالتفصيل في الباب الخامس والسادس .

٢-٤-١ الريليات الكهرومغناطيسية Electromagnetic relays

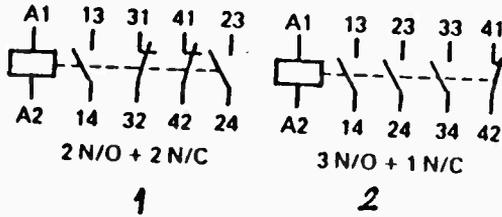
تتشابه الريليات الكهرومغناطيسية والكونتاكتورات (سوف نتناولها فيما بعد في الفقرة ٢ - ٥) لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى البويينة (ملف التشغيل) ، وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيس مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى ، علماً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

والفرق الجوهرى بين الريلاى الكهرومغناطيسى والكونتاكاتور . هو أن الريلاى لا يحتوى 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 بوائر التحكم التى سوف نتناولها فيما بعد لعمل بعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم .

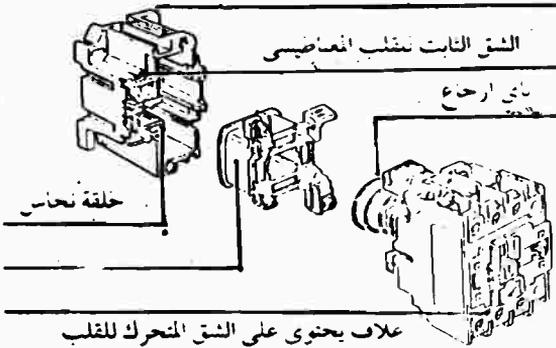
أما الكونتاكاتورات فتحتوى على ريش تلامس رئيسية وكذلك ريش تلامس مساعدة (ريش تحكم) .

والشكل ٢ - ٨ يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكاتور .

وفيما يلى الرموز الكهربائية للريلهات الكهرومغناطيسية



قاعدة تثبت الشق الثابت للقلب



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 بويينة المفتاح

شكل (٢ - ٨)

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

٢-٤-٢ المؤقتات الزمنية Timers

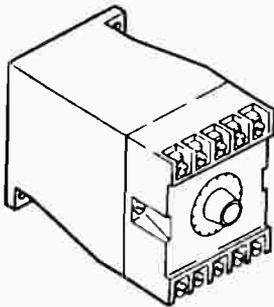
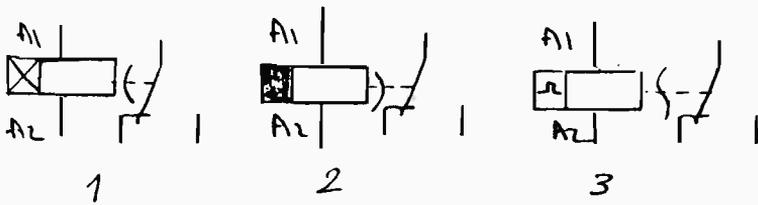
يوجد أنواع مختلفة للمؤقتات الزمنية مثل : المؤقتات الإليكترونية ، والمؤقتات نو المحرك، والمؤقتات الهوائية ، وسوف نتناول فى هذه الفقرة المؤقتات الإليكترونية فقط والتي تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع حسب نظرية عملها :

١- **المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل ON Delay Timer** فعند اكتمال مسار التيار لبوينة 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 للبوينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى فى الحال .

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

٣- **المؤقت الزمنى الرعاشى Flashing Timer** فعند اكتمال مسار التيار لبوينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامس المؤقت لمدة t_1 ، ثم تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى لمدة t_2 ، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لبوينة المؤقت ، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى علماً بأن هذه المؤقتات لها مكانين لضبط زمن التوصيل t_1 وزمن الفصل t_2 .

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



شكل (٢ - ٩)

فالرمز 1 لمؤقت زمني يؤخر عند التوصيل بريشة

قلاب ، والرمز 2 لمؤقت زمني يؤخر عند الفصل بريشة

قلاب ، والرمز 3 لمؤقت زمني رعاش بريشة قلاب .

٢-٤-٣ العدادات الكهروميكانيكية Electro mechanical counters

تنقسم العدادات الكهروميكانيكية لنوعين أساسيين وهما :

١ - العدادات المجمعة Totalising counters

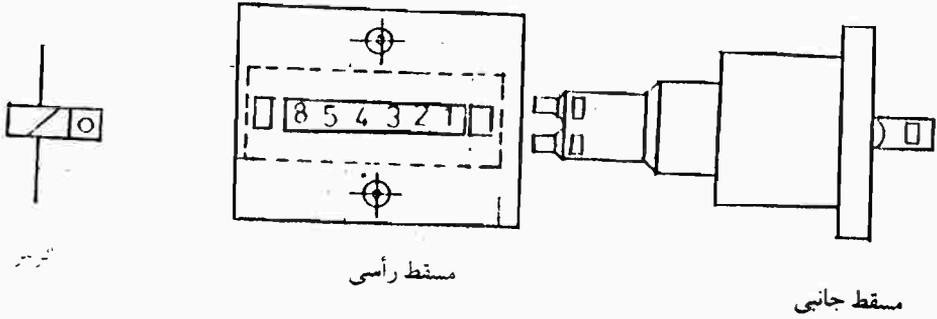
وتستخدم هذه العدادات كعدادات ساعة لعد زمن التشغيل للمعدات بالساعة ، ويزداد

العدد المعروض في العدادا 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)

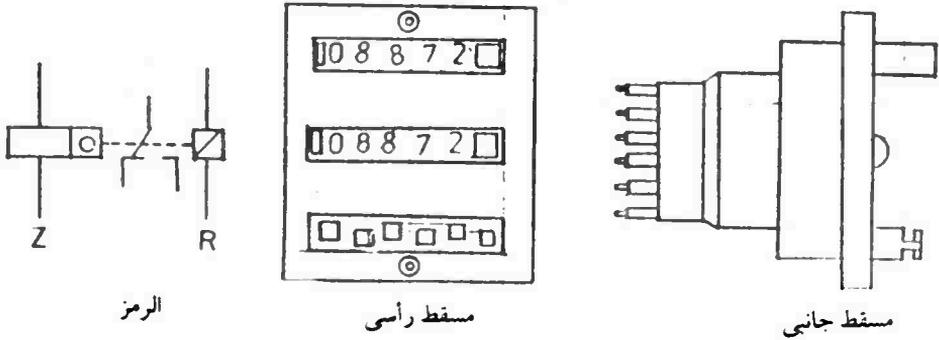


شكل (٢ - ١٠)

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 جانبي وآخر رأسى لهذ العداد وكذلك رمز العداد (غير قياسى) .

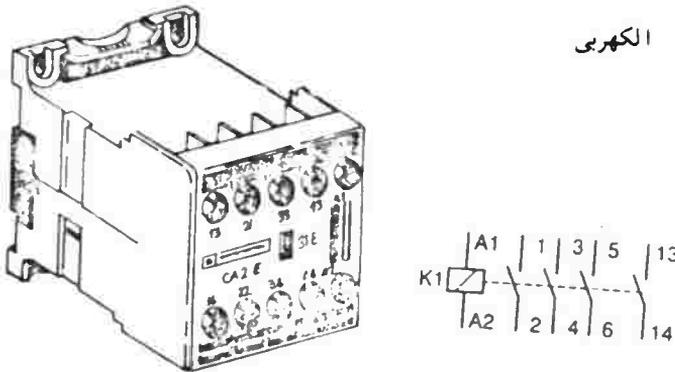


شكل (٢ - ١١)

٥-٢ أجهزة التحكم في القدرة Power control devices

وهذه الأجهزة مسنولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسله إليها من أجهزة معالجة البيانات ، ويوجد الكثير من أجهزة التحكم في القدرة أهمها : الكونتاكتورات الكهربائية. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات لا تختلف عن الرليهاث إلا في وظيفتها فالكونتاكتورات تستخدم في وصل وفصل الأحمال ، والرليهاث تستخدم في معالجة البيانات القادمة إليها تبعاً لطريقة توصيلها (انظر الفقرة ٤-٥-١)

والشكل ٢ - ١٢ يعرض صورة لكونتاكتور ورمزه الكهربى

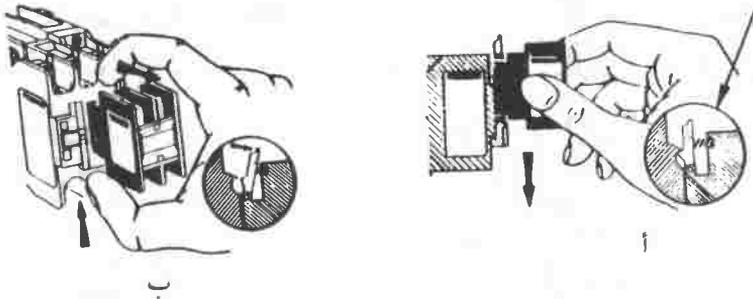


شكل (٢ - ١٢)

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

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



شكل (١٣-٢)

٦-٢ 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 في غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين ، وذلك لتجنب الفهم الخاطيء عند إعطاء الأوامر ، ومتابعة النظام والجدول الآتى يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها .

الاسم استخدام	اللون
إيقاف (Stop) ، فصل off ، طوارئ Emergency بدء Start تشغيل ON إعادة بورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها . التحكم في العمليات الثانوية التى لاترتبط ببورة التشغيل للنظام	أحمر أخضر وأسود أصفر أبيض أو أزرق فاتح

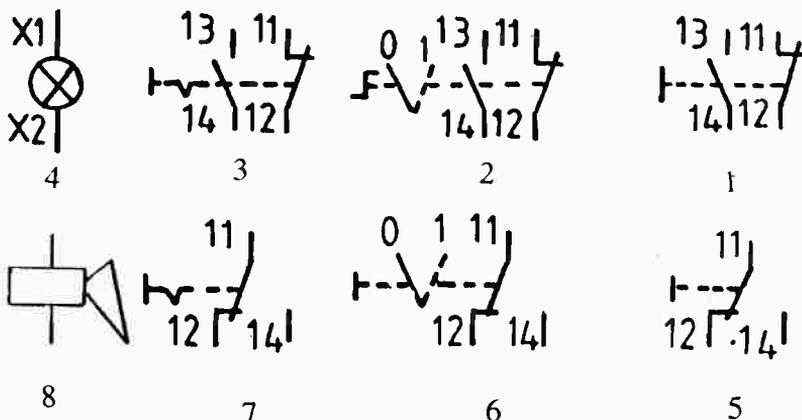
أما الجدول التالى فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها

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

والشكل ٢-٤-١ يعرض وحدة تحكم تحتوى على لمبة بيان وضغط تشغيل I وضغط

إيقاف 0 .

وفيمايلى الرموز الكهربائية لأجهزة مخاطبة الآلة .



حيث إن :

الرمز 1 لضغط بريشتين NO+NC

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

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

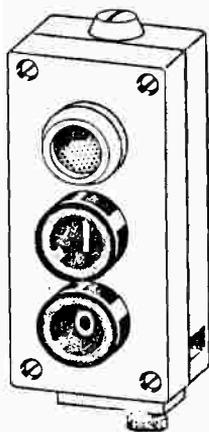
الرمز 4 لمبة بيان

الرمز 5 لضغط بريشة قلاب CO.

الرمز 6 لفتح دوار بريشة قلاب CO .

الرمز 7 لفتح بزر انضغاطى بريشة قلاب CO .

الرمز 8 لهورن إنذار صوتى



شكل (٢-١٤)

٢- ٧ الحروف الدالة ونظام الترقيم لأجهزة التحكم .

الجدول التالي يعرض الحروف الدالة على رموز التحكم المختلفة

الحرف	جهاز التحكم	الحرف	جهاز التحكم
KT,D	المؤقت الزمني	M	المحركات
Y	الصمام الاتجاهي	S	الضواغط اليدوية ومفاتيح نهاية المشوار
H	لمبات البيان والأبواق	B	مفتاح الضغط ودرجة الحرارة
T	المحولات	.. إلخ	
G	المولدات	K	الريلاي الكهرومغناطيسي
Q	المفاتيح ذات المواضع المختلفة	K	الكونتاكـتور
		KM	الكونتاكـتور

وترقم أجهزة التحكم بالأسلوب التالي :

١ - ترقم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل الكونتاكـتورات والمتعمات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة والسكاكين والمصهرات كمايلي :

القطب الأول ($L_1 - T_1$) أو (1 - 2)

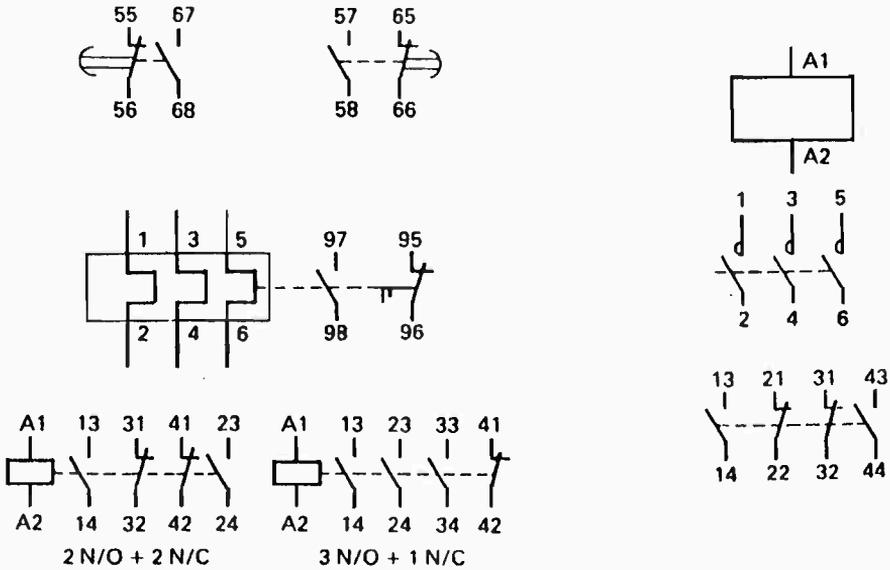
القطب الثاني ($L_2 - T_2$) أو (3 - 4)

القطب الثالث ($L_3 - T_3$) أو (5 - 6)

٢ - ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل الكونتاكـتورات ، والضواغط ، والمفاتيح المختلفة والمتعمات 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 3 - 4 ، والمغلقة تأخذ الأعداد 1-2 ، أما ريش التحكم المفتوحة
 للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية ؛ فتأخذ الأعداد 7-8 والمغلقة تأخذ الأعداد 5 - 6 .

٢ - ترقيم أطراف البوينات ذات الملف الواحد بالرموز A1 - A2 وذات الملفين بالرموز
 (A1 - A2) ، (B1 - B2) ، والشكل ٢ - ١٥ يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم تبعاً
 للنظام العالمي .



شكل (٢ - ١٥)

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

ثانياً : الدوائر الرئيسية Power Circuits :

وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربية مثل : المحركات الكهربية ، والسخانات ، ولبات الإضاءة ، .. إلخ ، ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات ، والقواطع الأتوماتيكية ، وقواطع المحركات ، والمتتمات الحرارية ... إلخ) فى وضعها الطبيعى . وعادة تستخدم المصهرات الكهربية والقواطع الأتوماتيكية لحماية هذه الدوائر من القصر ، وتستخدم المتتمات 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.

٩-٢ نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاي

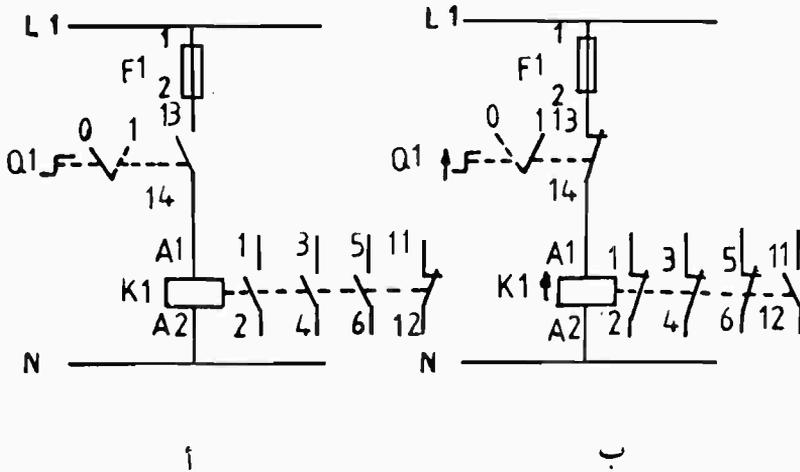
يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاي بمفتاح له وضعى تشغيل ، أو بضابط يدوى ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ، سنتضح فى الفقرات التالية ، علماً بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاي مبين فى الشكل ٢ - ٨ .

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

الشكل ٢ - ١٦ يعرض دائرة تحكم تحتوى على بوينة 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 ؛ وبالتالي يكتمل مسار التيار لبوينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت ، ويتغير

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

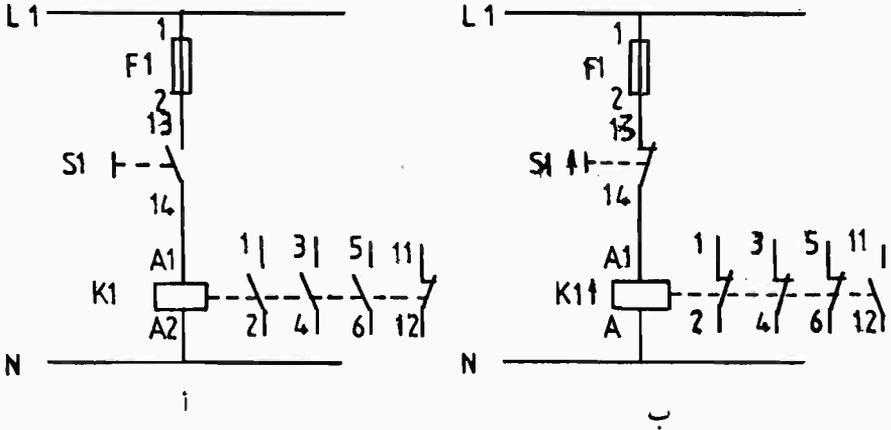


شكل ٢ - ١٦

٢-٩-٢ التشغيل والفصل بضابط يدوي

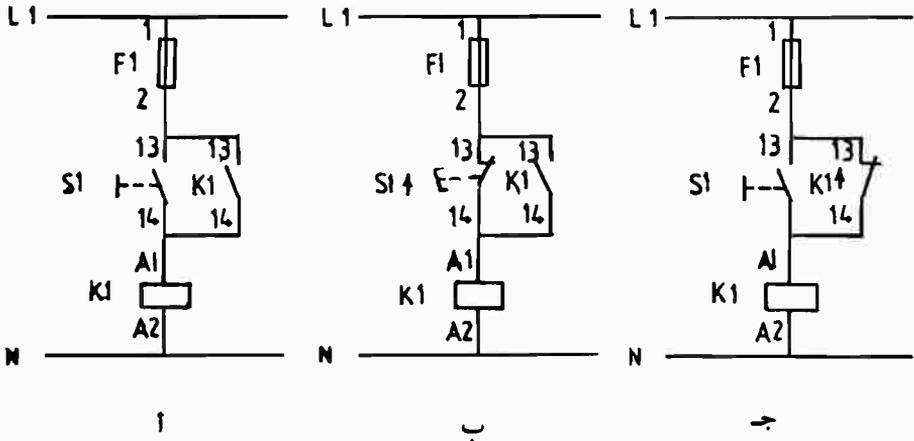
الشكل ٢-١٧ يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكطور K1 باستخدام الضابط اليدوي S1 . فالرسم أ يعرض دائرة التحكم في الحالة المعتادة ، بينما الرسم ب يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضابط S1 تحت تأثير ضغط يدوي ، والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الرسمين ٢-١٦ أ ، ب ، ولكن هناك ملاحظة وهي أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل

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

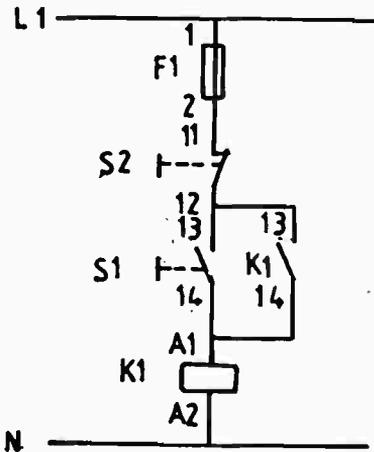


شكل (٢ - ١٧)

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



شكل (٢-١٨)



شكل (٢-١٩)

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 K1/13- 14 هي ريشة

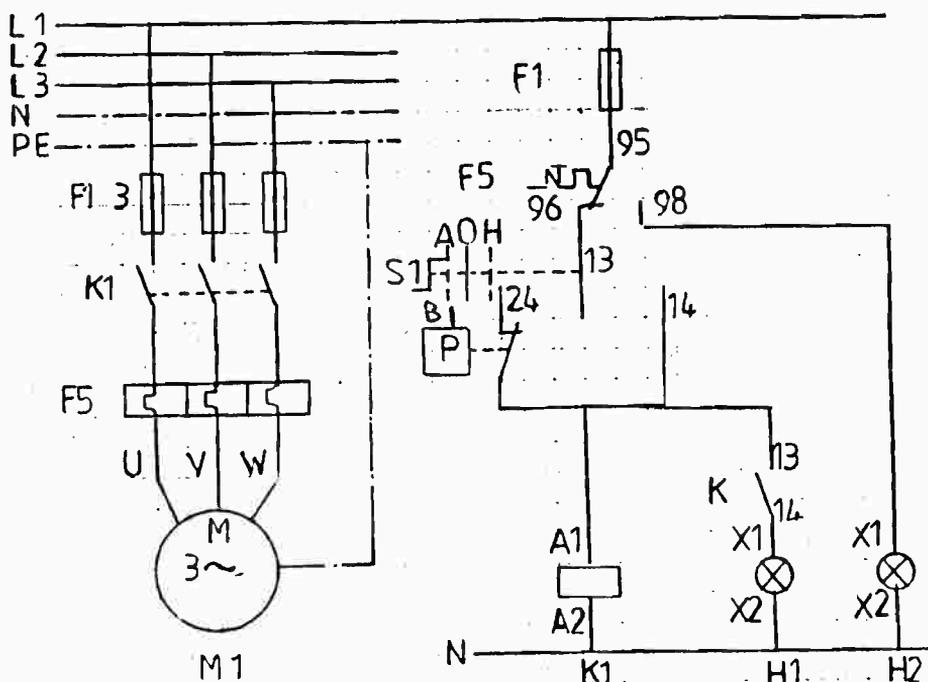
الإمسك الذاتي لمسار التيار ، وهي إحدى ريش

الكونتكتور K1 .

٢-١٠ التشغيل الأتوماتيكي أو اليدوي لضغط الهواء

في الشكل ٢-٢٠ المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجى نوع قفص سنجابى ، يدير

ضاغطاً هوائياً ، بحيث يمكن تشغيل المحرك اتوماتيكياً Aut. أو يدوياً Man .



شكل (٢-٢٠)

محتويات المخطط الكهربى :

- ١ - ثلاثة مصهرات أحادية القطب (F_1, F_2, F_3) لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.
- ٢ - الكونتاكتر K_1 : والذي يقوم بفصل ووصل التيار الكهربى عن المحرك M_1
- ٣ - المتتم الحرارى F_5 : والذي يقوم بحماية المحرك M_1 من زيادة الحمل
- ٤ - مصهر أحادى القطب F_4 : والذي يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥ - مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S_1 وهذا المواضع كمايلي 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 مفتاح الاختيار S_1 على وضع Aut. تنطلق الريشة $S_1/13-24$ فيكتمل مسار التيار لبويينة الكونتاكتور K_1 ، فتمغنت بويينة 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 بويينة الكونتاكتور K_1 فيتوقف المحرك M_1 وتنطفىء لمبة البيان H_1 ، 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 تنطلق الريشة $S_1/13-14$ فيكتمل مسار التيار لبويينة الكونتاكتور K_1 وتمغنت البويينة 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 - إيقاف المحرك :

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

وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك سواء كان المحرك يعمل يدوياً Man ، أو أوتوماتيكياً Aut ، تفتح ريش المتعم 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 أوتوماتيكياً .

محتويات المخطط الكهربى :

- ١ - ثلاثة مصهرات أحادية القطب F1 , F2 , F3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر .
- ٢ - ثلاثة كونتاكتورات K1 , K2 , K3
- ٣ - المتعم الحرارى F5 : والذي يقوم بحماية المحرك M1 من زيادة الحمل .
- ٤ - مصهر أحادى القطب F4 : والذي يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر .
- ٥ - مفتاح إختيار بثلاثة مواضع S1 وهذه المواضع كالآتى : Aut ، o ، Man .
- ٦ - مؤقت زمنى D1 يؤخر عند التوصيل وهذا المؤقت معايير 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) .

نظرية التشغيل :

١ - التشغيل الأتوماتيكى :

عند وضع مفتاح الإختيار S_1 على وضع لتشغيل الأتوماتيك Aut يكتمل مسار التيار لبويينة الكونتاكتور K_2 ، فتغلق الريشة 14 - 13 / K_2 ، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K_1 فيدور المحرك M1 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 لبويينة المؤقت D_1 لغلغ الريشة 24 - 23 / K_1 ، وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى D_1 (3ثوانى) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشة فتفتح الريشة 16 - 15 / D_1 ، فينقطع مسار التيار لبويينة الكونتاكتور K_2 ، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار لبويينة الكونتاكتور K_3 لعودة الريشة 22 - 21 / K_2 مغلقة مرة أخرى (نتيجة لفصل الكونتاكتور K_2) ،

ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا Δ . وعند ارتفاع الضغط في خزان الهواء المضغوط يقوم مفتاح الضغط B_1 بفتح ريشته المفلقة 12 - 11 / B_1 فينقطع مسار التيار لبويينة الكونتاكطور K_1 , K_3 فيتوقف المحرك ، وبعد استهلاك الهواء المضغوط عند الأحمال وانخفاض الضغط داخل الخزان يقوم مفتاح الضغط B_1 بفتح 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 اليدوي Man يكتمل مسار التيار لبويينة الكونتاكطور K_2 ، وتباعاً لبويينة الكونتاكطور K_1 ، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما وفي نفس الوقت تضىء لمبة البيان H_1 ويكتمل مسار التيار لبويينة المؤقت D_1 ، وبعد انتهاء زمن البدء 3S (وهو الزمن المعايير عليه المؤقت D_1) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشة فتفتح الريشة 16 - 15 / D_1 فينقطع مسار التيار لبويينة الكونتاكطور K_2 وفي نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لبويينة K_3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا .

٣ - الإيقاف :

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