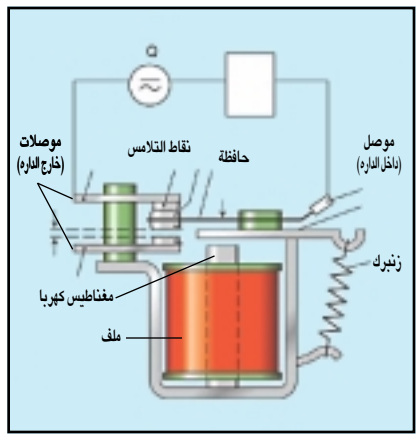
المرحلات

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

المرحلات (Relays) عبارة عن مفاتيح (قواطع) كهروميكانيكية بسيطة تعمل على التحكم عن بعد في التيار الكهربائي، و تتكون بشكل عام من أربعة أجزاء، هي: مغناطيس كهربائي، وحافظة (Armature)، وزنبرك (Spring) ، ومجموعة من الموصلات شكل (١). توجد المرحلات ـ عادة ـ مخفية في كثير من الأجهزة الكهربائية التي نستخدمها في حياتنا اليومية.

ظهرت المرحلات لأول مرة عام ١٨٣٧م عندما استخدم موريس المغناطيس الكهربائي في إرسال الإشارات عبر الأثير (المبرقة)، ولذلك تعد من اقدم الأدوات فائدة، فقد كانت الحاسبات الآلية تصنع منها أو من الصمامات المفرغة أو من كليهما، وذلك قبل ظهور الإنتاج الواسع من الترانزستورات.

يعتقد كثير من الناس أن عصر الرقائق الإلكترونية سيؤدي إلى القضاء على إستخدام المرحلات الكهروميكانيكية، وأنها لن يكون لها دور في الصناعات الحديثة المتقدمة، وقد يكون هذا الإعتقاد صحيحاً لو أن معدل تصنيعها آخذ في التقهقر المستمر، ولكن الشواهد تدل على عكس ذلك، ففي وقتنا الحاضر تصنع المرحلات أكثر من ذي قبل، وتستهلك كميات كبيرة منها بواسطة أجهزة الإتصالات، وفي معالجة البيانات. وتدل الإحصاءات على أن معدل الإنتاج ـ حالياً ـ من المرحلات على مستوى العالم يتجاوز ثلاثة بلايين في العام الواحد، وأن



● شكل (١) مرحل نموذجي يوضح جميع أجزاؤه.

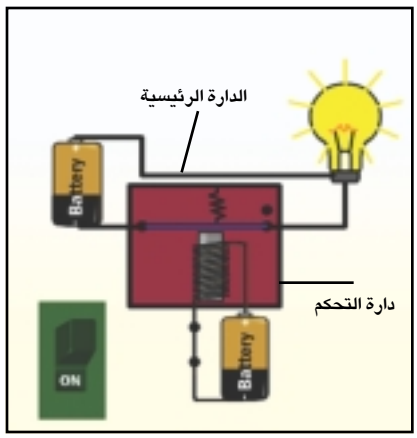
أكثر من عشرين بليون مرحل تعمل الآن في مختلف دول العالم ـ بمعدل ثلاثة مرحلات لكل فرد على سطح الأرض ـ تنجز أكثر من عشرة ملايين عملية في الثانية.

تتألف المرحلات من دارتين كهربائيتين منفصلتين عن بعضهما البعض شكل (٢)، تعمل كل منهما مستقلة عن الأخرى، ومع أن الإتصال بينهما مغناطيسياً وميكانيكياً فقط. إلا أن إحداهما تتحكم بقفل وفتح الدارة الأخرى. تعمل دارة التحكم بالتيار المستمر من بطارية ذات جهد منخفض (١٢فولت)، فتتحكم بدارة كهربائية يمر بها تيار متردد يصل جهدها إلى ٢٣٠فولت.

توجد المرحلات في كثير من الأجهزة التي نستخدمها في حياتنا اليومية، وفي الغالب لا يخلو منزل من إستخدام أو تطبيق للمرحلات، بل إنه في بعض الأحيان يوجد في الجهاز الواحد أكثر من مرحل، فعلى سبيل المثال يوجد في السيارة العديد من المرحلات، حيث يمكنها تحسين أداء أنظمة الطاقة العالية التي قد تعاني من نزول حاد في فرق الجهد، مثل: دارة الإشعال، والمنبه، وطارد الضباب على الزجاج الخلفي، والأنوار الأمامية، وأنوار الضباب.

آلية عمل المرحلات

عند قفل المفتاح الكهربائي في الدارة ذات الجهد المنخفض (دارة التحكم) فإن التيار الكهربائي يسري في الملف، فتتولد مجالات مغناطيسية تحول القلب الحديدي داخل الملف إلى مغناطيس فيجذب الحافظة (Armature) إليه ـ تعمل كمفتاح كهربائي للدارة الثانية ـ مؤدية إلى تلامس نقاط تلامس (Contacts) الدارة الثانية ذات الجهد العالي(التيار الرئيسي) فتنقفل، فيسري فيها التيار، ثم يضيء المصباح الكهربائي. أما عند فتح المفتاح الكهربائي في دارة التحكم فإن التيار ينقطع عن الملف، وبالتالي تتلاشى المجالات المغناطيسية،



● شكل (٢) دارات المرحل.

فيفقد القلب الحديدي مغناطيسته، فتبتعد الحافظة تحت تأثير شد الزنبرك، فيؤدي ذلك إلى إبتعاد موصلات الدارة الرئيسية عن بعضهما البعض، فتنفتح الدارة ويتوقف سريان التيار فيها، فينطفيء المصباح الكهربائي، شكل (٢).

مميزات المرحلات

تستخدم المرحلات بكثرة لتمتعها بمميزات كثيرة منها ما يلي:

– قلة التكاليف وسهولة الحصول عليها.
– تعدد أنواعها وتوفرها في محلات بيع قطع غيار الإلكترونيات.
– سهولة إستخدامها، وعدم الحاجة إلى توفر معلومات هندسية معينة عنها.
– إمكانية عزلها التام لدارات التحكم ذات الجهد المنخفض عن دارات التغذية الرئيسية ذات الجهد العالي.

وظائف المرحلات

يوجد للمرحلات التقليدية عدة وظائف يمكن تلخيصها فيما يلي:

● تحويل الطاقة الكهربائية إلى فيض مغناطيسي

من المعلوم أن كل موصل يمر به تيار كهربائي يبعث مجالاً مغناطيسياً على هيئة خطوط مغناطيسية مستمرة تسمى الفيض المغناطيسي (Magnetic Flux). تحدد تلك الخطوط إتجاه وقوة هذا المجال، كما تدل الخطوط المغناطيسية عند أي نقطة على شدته عند تلك النقطة.

● تحويل الفيض المغناطيسي إلى قوة

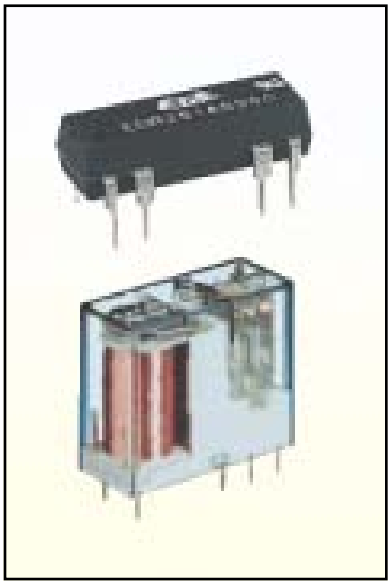
عندما يكون الملف مزوداً بذراع (حافظة) يتحرك حول محور إرتكاز فإن القلب الملفوف حوله السلك سيولد قوة جذب على ذلك الذراع، وبذلك يتحول الفيض المغناطيسي الناجم عن المجالات المغناطيسية إلى قوة تجذب الذراع.

● نقل الطاقة الميكانيكية إلى نقاط التلامس

يؤدي جذب الحافظة ـ تماس نقاط تلامس المرحل ـ إلى قفل الدارة الكهربائية الرئيسية وعندها يجب أن تتفوق القوى المغناطيسية الناجمة عن الفيض المغناطيسي على قوة الشد في الزنبرك.

● تخزين الطاقة الميكانيكية

يتعرض زنبرك الإعادة (Reset spring) المتصل بالحافظة إلى الشد أثناء عمل المرحل نتيجة لحركة الحافظة بإتجاه المغناطيس الكهربائي، ونتيجة لذلك فإن الزنبرك يختزن طاقة، وعندما ينقطع المؤثر (التيار الكهربائي) فإن هذه الطاقة المختزنة في الزنبرك تعيد



● شكل (٣) مرحل ذي الريشه

الحافظة إلى وضع الإستقرار.

● توصيل التيار الكهربائي عن طريق نقاط التلامس

يتم التوصيل الكهربائي للدارة الرئيسية من خلال دارة التلامس (Contact Circuit) فقط، كما يجب التقليل الحاد لفقد الطاقة وأن تكون الموثوقية في المرحلات عالية، علماً بأن الموثوقية تعتمد على العوامل التالية:

١ـ نظافة نقاط التلامس.
٢ـ ملاءمة شكل ومواد نقاط التلامس.
٣ـ قوة التلامس يجب أن تكون عالية .

أنواع المرحلات

يوجد العديد من المرحلات التي تختلف في أشكالها وأحجامها، ولكل منها سلبياته وإيجابياته، ومن أهم هذه المرحلات ما يلي:

● المرحل ذو الريشة

يتكون المرحل ذو الريشة (Reed Relay) من ملف يوجد بداخله ٢ أو ٣ موصلات مغناطيسية صغيرة محاطة بإنبوبة زجاجية صغيرة مغلقة بإحكام، شكل (٣). يعمل هذا المرحل عندما يمر التيار الكهربائي في الملف فتتحرك الموصلات المغناطيسية بخفة فتؤدي إلى قفل أو فتح الدارة، ومن أهم مميزات هذا النوع ما يلي:

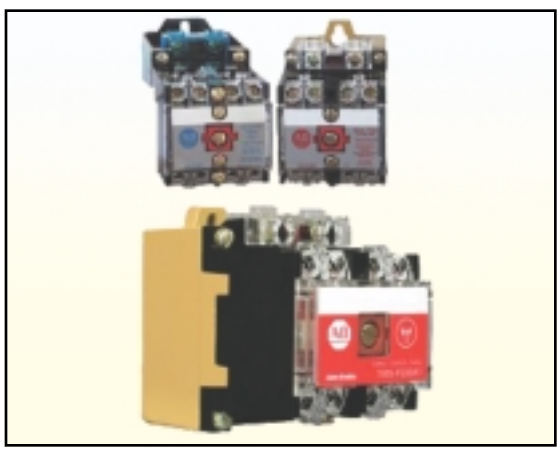
– ذو ملف عالي المقاومة (تصل إلى ١٠٠٠أوم) مقارنة بالمرحلات العيارية.
– ذو مدى واسع في فرق الجهد.
– يحتاج إلى طاقة قليلة لكي يعمل بكفاءة عالية.
– السرعة العالية ـ تصل إلى عدة مئات في الثانية ـ في قفل وفتح الدارة.
– لا يحتوي على أجزاء متحركة كثيرة .
– فشله قليل جداً لأن أجزاؤه محفوظة داخل حيز مقفل.
– يمكن تصنيعه بأحجام صغيرة جداً.
– لا يصدر أي ضجيج.

أما أهم عيوبه فهي كالتالي:

– لا يستطيع التحكم بالأحمال العالية بسبب حجم موصلاته.
– لا يمكن الحصول على مرحل ـ ذو ريشة ـ متعدد الأقطاب.

● المرحل متعدد الأغراض

تدخل أكثر المرحلات ضمن هذه المجموع، وفيها يتكون المرحل من سلك ملفوف يتمركز في داخله قضيب من الحديد يوجد عند أحد طرفيه زنبركاً يشد بعيداً عنه قطعة أخرى من الحديد (الحافظة) تتصل بجسم المرحل بواسطة مفصل يسهل حركتها. عندما يتم تنشيط الملف فإن القلب المعدني يتحول إلى مغناطيس، فيجذب إليه القطعة المعدنية، شكل (٤)، مما يجعل نقاط التلامس المتعددة تفتح وتغلق الدارة الكهربائية.



● شكل (٤) مرحل متعدد الأغراض.

يوجد لهذا النوع من المرحلات ميزتان رئيسيتان، هما: التحكم بموصلات عديدة، وإمكانية التحكم بالأحمال العالية. أما عيوبه فتتمثل في أنه كبير الحجم، ويحتاج إلى دارة تشغيل، ويحتوي على أجزاء متحركة كثيرة وهذ يجعله عرضة للأعطال.

● مرحل الإشارة المنخفضة

يشتمل مرحل الإشارة المنخفضة (Low Signal Relay) على مميزات المرحل ذي الريشة، ولكنه يلعب وظيفة المرحل عديد نقاط التلامس، ويتحمل تيار كهربائي شدته تصل إلى ٢أمبير.

مقارنة المرحل بالترانزستور

يتشابه المرحل مع الترانزستور في أن كلاً منهما يمكن إستخدامه كهربائياً كمفتاح تشغيل، إلا أن الترانزستور يستخدم في التيار المستمر ذي الجهد المنخفض والذي تقل شدته عن أمبير واحد. أما المرحل فيمتاز عن الترنزستور في إمكانية إستخدامه في التيارات المترددة ذات الجهد العالي، مثل كهرباء الشبكة الرئيسية.

يوجد للمرحلات العديد من المميزات والعيوب مقارنة بالترانزستورات، منها ما يلي:

● المميزات

– تتحكم المرحلات بالتيارات المستمرة والمترددة، بينما الترنزستور يتحكم في التيار المستمر فقط.

– تتحكم المرحلات بالتيارات عالية الجهد بينما الترانزستورات لا تستطيع ذلك.

– تعد المرحلات الخيار الأفضل للتحكم في التيارات العالية.

– تستطيع المرحلات التحكم في عدة نقاط تلامس في وقت واحد.

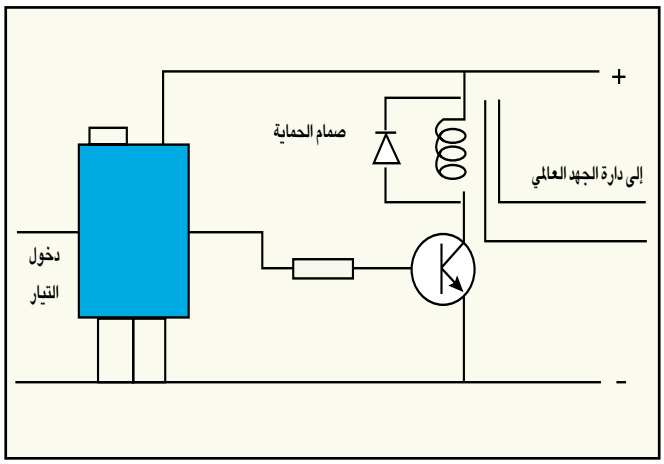
● العيوب

– المرحلات كبير الحجم مقارنة بالترانزستور.

– لا تستطيع المرحلات الفتح والغلق بسرعة(المرحل ذو الريشة)أما الترانزستور فيمكنه الفتح والغلق عدة مرات في الثانية الواحدة.

– تستهلك المرحلات طاقة كبيرة نتيجة لمرور التيار في ملفاتها.

– يحتاج المرحل إلى طاقة تعادل ما يحتاجه عدد كبير من الترانزستورات، لذلك فإن تراتزستور قليل الإستهلاك للطاقة قد يكون ضرورياً للتحكم في تيار ملف المرحل.



● شكل (٥) كيفية حماية المرحل.

حمـــايـة المرحـــلات

عند تشغيل المرحل بدارة كهربائية غير مصممة خصيصاً له فإنه يجب إستخدام أداة كبح وحماية، وهي عبارة عن صمام ثنائي تتصل على التوازي مع ملف المرحل، شكل (٥).

في البداية قد يتبادر إلى الذهن أن الصمام الثنائي في هذه الحالة عديم الفائدة لأن الجهد المستخدم لا يمكنه المرور من خلال الصمام، وهذا في الحقيقة صحيحاً في حالة تشغيل المرحل، إلا أن الصمام يؤدي دوره عند قطع التيار وإيقاف عمل المرحل. فمن المعلوم أنه عند مرور التيار الكهربائي في الملف فإنه تتولد فيه مجالات مغناطيسية، وبالتالي يقوم الملف بتخزين الطاقة، وعندما ينقطع التيار تنهار المجالات المغناطيسية مسببة تولد جهد كهربائي عكسي، قد يصل بسهولة إلى ٢٠٠فولت، وهذا الجهد العالي إذا لم يتم إمتصاصه وتسريبه عن طريق آخر غير المرحل فإنه سيؤدي إلى تلفه، وهذا فعلاً ما يقوم به الصمام الثنائي.

قد تحتوي بعض المرحلات على دارات كبح وحماية داخلية ضمن تصميمه، مما يجعل إضافة صمام ثنائي خارجي للحماية غير ضروري، وتتكون دارة الحماية الداخلية مثلها مثل الحماية الخارجية من صمام ثنائي أو مقاومة تتصل على التوازي مع ملف المرحل. ونظراً لأن المرحلات ذات الصمامات الكابحة والواقية تتمتع بالقطبية، فإنه يجب ربط موصلات المرحل إلى الأقطاب الكهربائية بشكل معين، لأن ربطهما بطريقة خاطئة سيؤدي إلى تلف المرحل أو لن يعمل على الأقل.

المصدر :

-http://electronics.howstuffworks.com/relay.htm1,2,3

By: Marshall Brain

-http://electronics.howstuffworks.com/framed

Relays Basics By Andrew Krause

-http://www.eatel.net/n amtech/elecdics/relays.htm#demo

-http://www.mgcars.uk/electronical/body-relays.htm