جهاز الحث الكهربائي

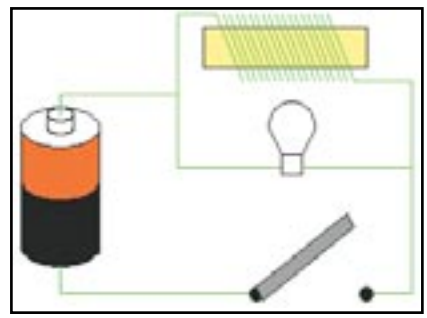
إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

تعد أجهزة الحث الكهربائي (Inductors) أبسط المكونات الألكترونية على الإطلاق، فهي ببساطة تتكون من سلك ملفوف، إلا أنها تؤدي أشياء عجيبة نتيجة لخواص الملف المغناطيسية، ولفهم كيفية عمل جهاز الحث الكهربائي في الدوائر الألكترونية فإنه يمكن تشكيل دائرة كهربائية تتكون من سلك ملفوف حول قطعة أو قضيب من الحديد، وبطارية، ومصباح كهربائي، ومفتاح كهربائي (switch)، الشكل (١).

يمثل السلك الملفوف في هذه الدارة جهاز الحث الكهربائي، وأذا كان لديك فكرة واضحة عن كيفية عمل المغناطيسية الكهربائية فهذا سيجعلك تتذكر أن جهاز الحث الكهربائي عبارة عن مغناطيس كهربائي، ومع ذلك فإن الدارة الكهربائية تصبح دارة عادية عند إستبعاده منها ، فيضيء المصباح عندما تغلق، وينطفيء عندما تفتح. ولكن مع وجود جهاز الحث يتغير سلوك الدارة الكهربائية تماماً.

كيفية عمل الجهاز

من المعلوم أن المصباح الكهربائي عبارة عن مقاومة(تولد المقاومة حرارة تجعل فتيلة المصباح الكهربائي تضيء)، أما السلك الملفوف فتكون مقاومته أقل بكثير من فتيلة المصباح، وبذلك فإن الشيء المتوقع عند قفل الدارة الكهربائية أن يعطي المصباح ضوءاً خافتاً لأن معظم التيار



● شكل (١) جهاز الحث الكهربائي.

الكهربائي سيسلك الطريق ذي المقاومة الضعيفة، ولكن الذي يحدث غير ذلك، فإنه عند قفل الدارة يضيء المصباح بقوة ثم ثم يعطي ضوءاً خافتاً، كما أنه سيضيء بقوة عند فتح الدارة ثم ينطفيء.

يعود السبب لهذا السلوك العجيب إلى آلية الحث، حيث أنه عندما يبدأ التيار بالمرور في الملف فإن الملف يعمل على تكوين مجالات مغناطيسية حوله، وخلال تلك الفترة يعمل الملف على إعاقة مرور التيار، وبالتالي يمر التيار من خلال فتيلة المصباح فتتوهج، وحالما تتكون المجالات المغناطيسية تضعف المقاومة فيبدأ التيار بالمرور من خلال الملف بشكل عادي، فيخفت ضوء المصباح. أما عندما تفتح الدارة الكهربائية فإن المجالات المغناطيسية حول الملف تبقي على مرور التيار حتى تتلاشى تلك المجالات، وهذا يجعل المصباح الكهربائي يستمر في الإضاءة برهة من الزمن بعد فتح الدارة. وبمعنى آخر فإن جهاز الحث الكهربائي يعمل على خزن الطاقة الكهربائية في مجالاته المغناطيسية، كما أن الجهاز يميل إلى مقاومة أي تغيير في كمية التيار المارة من خلاله.

محاكاة عمل الجهاز

هناك طريقة واحدة لمحاكاة عمل جهاز الحث الكهربائي للمساعدة في فهم آلية عمله ، وهي تصور وجود قناة ضيقة مثبت عليها عجلة مائية ثقيلة لها زعانف مغمورة داخل القناة والماء متوقف عن الجريان، وعند فتح الماء لكي يمر في تلك القناة فإن زعانف العجلة ستعمل على إعاقة مرور الماء إلى أن تصبح سرعة دوران العجلة مساوية لسرعة جريان الماء في القناة، أما عند إيقاف جريان الماء من المصدر فإن دوران العجلة سيعمل على إستمرارية جريان الماء، لأن دوران العجلة لن يتوقف فجأة بمجرد إيقاف تيار الماء، بل سيستمر دورانها، وبالتالي ستستمر حركة الماء إلى أن تتوقف العجلة. وهذا يشبه المبدأ الذي يقوم عليه عمل جهاز الحث الكهربائي، حيث أن عمله يتمثل في مقاومة التغيير في تيار الإلكترونات.

سعة الجهاز

تتحكم في سعة جهاز الحث الكهربائي أربعة عوامل ، هي:

١ـ عدد لفات السلك، حيث تزداد قدرة الجهاز على الحث كلما زاد عدد لفات السلك.

٢ـ نوع المادة بداخل الملف (قلب الملف)، حيث تختلف قدرته بإختلاف المادة كالحديد الذي يعطي وضعه في قلب الملف قدرة أكبر على الحث، ويعد الهواء أقل المواد قدرة على الحث ويساويه في ذلك المواد غير الموصلة كهربائياً مثل الصوف والزجاج والبلاستيك وغيرها. أما المواد المغناطيسية مثل الحديد، والحديد المغلف، وبرادة الحديد فإنها مواد تزيد من مجالات الحث المغناطيسية التي يصدرها الملف.

٣ـ شكل القلب، ويؤثر على معدل المجالات المغناطيسية الصادرة، فقد وجد أن الشكل الدائري المثقوب في الوسط (شكل فطيرة

الدونت) يعطي مجالات حث أعلى منها في حالة القلب الذي على شكل قضيب عند مراعاة نوع مادة القلب وعدد لفات السلك.

٤ـ مساحة المقطع العرضي للملف، إذ أنه كلما زادت مساحة المقطع زادت قدرته على الحث.

٥ـ طول الملف، حيث يعني الملف القصير لفات أضيق مما يؤدي إلى قدرة أعلى على الحث.

وحدة قيـــاس الحث

يقاس الحث بوحدة يطلق عليها هنري **(Henry)** ، ويرمز لها بالرمز **(H)** وهي كمية الحث التي تسبب نشوء مجالات مغناطيسية كهربائية بقوة واحد فولت عندما يتغير التيار بمعدل واحد أمبير / ثانية. وهي وحدة كبيرة لذلك فإن الوحدة المستخدمة بشكل دائم هي الميكروهنري ، ويرمز لها بالرمز (mH) ، ويساوي ($1mH=10^{-6}H$)، والمليهنري، ويرمز له ($1mH=10^{-3}H$) ، وعادة يستخدم النانوهنري، ويرمز له(**nH**) ويساوي ($1nH=10^{-9}H$).

● قياس سعة المكثف

يمكن قياس سعة جهاز الحث الكهربائي بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{سعة جهاز الحث الكهربائي} = \frac{٤ط \times (\text{عدد لفات الملف})^{٢} \times \text{مساحة الملف} \times (\text{mu})}{\text{طول الملف} \times ١٠,٠٠٠,٠٠٠}$$

حيث (ط) تمثل النسبة التقريبية، **(mu)** نفاذية المجالات المغناطيسية للمادة الموجودة داخل الملف (قلب الملف). وقد أعتبرت النفاذية المغناطيسية للهواء هي الوحدة الأساسية وتساوي واحد، وبالتالي تنسب إليها النفاذية المغناطيسية للمواد الأخرى، وقدرت في الحديد الصلب بـ٢٠٠٠ .

الإستخدامـــات

لجهاز الحث الكهربائي العديد من الإستخدامات، منها ما يلي:

● حساسات إشارات المرور

إستخدم جهاز الحث الكهربائي في تنظيم المرور بين شوارع رئيسية ذات كثافة مرورية عالية وبين شوارع فرعية ذات كثافة مرورية قليلة، بدلاً من إستخدام النظام التقليدي الذي يؤدي إلى ضياع الوقت هدراً. يوضع هذا الحساس عادة في الطريق الفرعي، حيث يقوم بقياس التيارات الحثية للملف في الطريق بشكل مستمر، وعندما تزيد تلك التيارات فإن الحساس يتعرف على وجود سيارة تنتظر، فيعطي جهاز الحاسب المرتبط بها أمراً بفتح الطريق لها، ثم يقفل بعد ذلك مباشرة عند خلو الطريق من السيارات.

● شكل (٢) الأخاديد في الأسفلت لوضع ملف حساس الإشارة الضوئية .

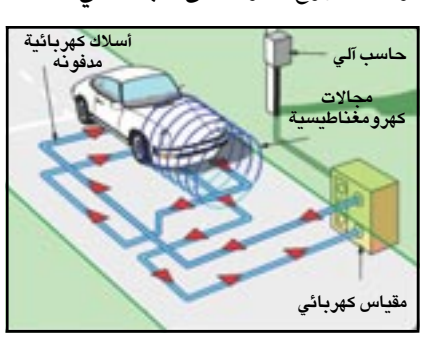
يتكون حساس إشارة المرور في أبسط صوره من سلك من المعدن يحتوي على خمس أو ست لفات، شكل (٢)، بقطر يصل إلي مترين تقريباً يوضع في أخاديد في طبقة الإسفلت، ثم يوصل بجهاز قياس الحث، ففي الحالة الإعتيادية أي عندما لا يكون هناك سيارات فإن المجالات المغناطيسية ستكون عند حد معين. أما عندما تقف السيارة فوق الملف فإن المجالات المغناطيسية ستزداد، وذلك لأن جسماً كبيراً من الحديد وضع في داخل المجال المغناطيسي لحلقات الملف، وبالتالي عملت السيارة عمل القلب في جهاز الحث الكهربائي، شكل (٣).

● راسم الإشارات

يعد إستخدام جهاز الحث الكهربائي في راسم الإشارة **(Oscillator)** من الإستخدامات الشائعة والكبيرة، حيث يتم عادة دمج جهاز الحث الكهربائيات على شكل ملفات صغيرة مع المكثفات.

● المحولات الكهربائية

يتكون المحول بشكل عام من ملف دخول وملف خروج ملفوفة على قلب معدني.



● شكل (٣) يوضح كيفية عمل حساس الإشارة الضوئية .

وتبنى المحولات الكهربائية على مبدأ الحث الكهربائي، وفيها يتم تحويل فرق الجهد الكهربائي من مستوى إلى آخر بدرجات محددة حسب الحاجة، فمثلاً في حالة نقل الطاقة يتكون فرق جهد عالي يصل إلى عشرات الآلاف من الفولتات،بينما في حالة الإستخدامات المنزلية يتكون جهد يتراوح ما بين ١,٥ إلى ٢٢٠فولت.

● الراديو والتلفزيون

تستخدم أجهزة الحث الكهربائي مع المكثفات في مختلف أجهزة الإتصال اللاسلكية، حيث يودي توصيل جهاز الحث الكهربائيات بشكل متوازي أومتسلسل مع المكثفات إلى توليف جهاز إنتخاب الذبذبات الذي يتم بواسطته التخلص من الذبذبات والإشارات غير المرغوبة.

● تقويم التيار الكهربائي

تستخدم أجهزة الحث الكهربائي الكبيرة في مولدات الطاقة لجميع التجهيزات الإلكترونية بما فيها الحاسبات وملحقاتها، حيث تساعد المقومات على تقويم التيار المتذبذب من الشبكة العمومية إلى تيار نقي يشبه التيار المستمر الناتج من البطارية الجافة.

عيـــوب الجهـــاز

تتمثل عيوب جهاز الحث الكهربائي في صعوبة دمجها في الدوائر الإلكترونية المتكاملة، ولكن لحسن الحظ أنه يمكن إحلالها بالمقاومات في معظم إستخدامات الدوائر الإلكترونية الدقيقة، وفي بعض الحالات يمكن محاكاة الحث بواسطة دوائرألكترونية بسيطة باستخدام الترانزستورات والمقاومات والمكثفات مصفوفة على دائرة متكاملة.

المصدر

http:// electronics.howstuffworks.com/inductors/1&2&3

http:// electronics.howstuffworks.com/red-lightcamera2httm